

Acerca del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Hern, *The Bookman*).

Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.

La mente (I) A. Smith

33



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat



La mente (I)

Biblioteca
Científica
Salvat

EXLIBRIS Scan Digit



The Doctor

Libros, Revistas, Intereses:
<http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/>

La mente (I)

Anthony Smith

SALVAT

Versión española de la obra *The Mind*, publicada por Hodder and Stoughton de Londres

Traducción: Dra. Carmen López

Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass

Nota de los editores: Dada la extensión de este libro y con el fin de que al lector le resulte más manejable, hemos dividido *La Mente* en dos volúmenes (I y II). Cada uno de los libros permite una lectura independiente del otro, aunque por razones obvias es preferible leerlos como “un solo” libro.

*Todas las cosas deben
hacerse tan sencillas como
sea posible, pero no más
sencillas de lo que son*

Albert Einstein

*Cuéntame algo, lo olvidaré.
Muéstramelo, podré
recordarlo. Sin embargo,
implicame en ello
y lo comprenderé*

Proverbio chino

)

© 1994 Salvat Editores, S.A., Barcelona

© Anthony Smith

ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)

ISBN: 84-345-8913-3 (Volumen 33)

Depósito Legal: B-5096-1994

Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona

Impresa por Printer, i.g.s.a., Febrero 1994

Printed in Spain

)

ÍNDICE

PREFACIO	IX
INTRODUCCIÓN.	XIII
PRIMERA PARTE	
I. EVOLUCIÓN	3
II. ANATOMÍA ANIMAL	29
III. DESARROLLO	45
SEGUNDA PARTE	
IV. ANATOMÍA	85
V. SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO	123
VI. FISIOLÓGÍA	137
TERCERA PARTE	
VII. DOMINANCIA	159
VIII. CONSCIENCIA	185
IX. CAPACIDAD	213
X. MEMORIA	239
XI. LOS SENTIDOS	255

PREFACIO

Un hombre revolverá media librería para escribir un libro

Samuel Johnson

Aquí está mi verdad; ahora cuéntame la tuya

Friedrich Nietzsche

Escribir un libro sobre ciencias generales plantea una serie de problemas. La precisión y la cualificación de la redacción científica deben traducirse en una generalización cuidadosa que la haga más digerible. Pero si el significado de los términos científicos no resulta familiar, puede seguir oscuro a pesar de una concisa definición. Olfato implica olor, y es preferible utilizar la palabra olor, pero anosmia significa estar sin el sentido del olor, y carecemos de otro vocablo más común para expresar ese concepto. Esto ocurre una y otra vez en este libro. No es posible evitar que aparezcan términos raros, y no siempre deben evitarse, pero si se utilizan en gran número, puede resultar desconcertante.

Las unidades de medida presentan el mismo problema si no se conocen. ¿Está más ampliamente difundido el concepto de 30 cm que el de un pie? ¿Resulta 37 °C una unidad más familiar que 98 °F, o es mejor mencionar sólo el calor del cuerpo humano? ¿Qué ocurre, pues, con 10⁹? ¿Es de 1.000.000.000 ó de mil millones la población de China (que lo es), o es veinte veces la población total de Inglaterra (que también lo es), o simplemente 10⁹ sin necesidad de más adornos? No he aplicado normas fijas, pero he utilizado esa otra regla, que cambia cada norma según la conveniencia del

momento. Un milímetro puede ser más expresivo y mejor comprendido que una vigesimoquinta parte de una pulgada. Mil pasos pueden ser preferibles a mil yardas, o a algunos metros menos. Y los ciclos por segundo son preferibles a los hercios en casi todo momento. Las irregularidades pueden ser irritantes pero están llenas de buenas intenciones.

Existe una lógica, tanto en el orden de los capítulos, como en el de las diferentes partes de este libro y eso hace que la explicación de algunos términos tenga que esperar, por así decirlo, hasta que llegue su turno. Por ejemplo, la zurdería puede aparecer mencionada primero en *Evolución* y reaparecer en otros capítulos, pero no es posible explicar adecuadamente ese concepto hasta llegar a *Predominancia*, donde se describe cómo utiliza el cerebro sus dos mitades. A este respecto, el Índice debe servir de guía junto con el título en negritas de la mayoría de páginas, que hacen referencia al contenido principal del texto. También son frecuentes las referencias cruzadas, por un lado, para conectar con las descripciones más completas y, por otro, para orientar a aquellos que deseen saltarse algunas partes y trazar su propio orden de lectura.

Además, ignoro qué capítulos se leerán en primer lugar, y por tanto, cuándo se encontrarán por primera vez términos como axón, neurona, sinapsis, demencia o predominancia (un libro anterior a éste, *El Cuerpo*, era siempre abierto por el capítulo Pubertad cuando lo tomaba un adolescente). No sé si este libro lo leerán jóvenes, ancianos, o quién. Pero, en cualquier caso, las palabras deben ser comprendidas para ser utilizadas, por lo que a menudo es necesario dar algún tipo de mini-definición. Ésta puede resultar repetitiva, pero creo que esta costumbre es preferible a su alternativa, que consiste en definir cada cosa una sola vez, confiando en que se encuentre la explicación en el momento adecuado. Con frecuencia, para aligerar la repetición de definiciones, éstas aparecen entre paréntesis o guiones, con el fin de acelerar la lectura. Los entrecomillados también se usan para dar alguna información extra (el nombre de un autor, un lugar, otra clase de medida), pero que no sea vital en el conjunto de la frase.

El libro *La Mente* es de orientación claramente biológica. El género humano no ha saltado a la palestra ya bien compuesto, sino que es un producto más del reino animal. Por eso, todo lo ocurrido a los antepasados humanos y lo que sucede a los animales en el campo neurológico tiene, probablemente, relación con la condición humana. El *Homo sapiens*, es diferente de todas las demás especies, pero las células nerviosas humanas parecen idénticas a las de cualquier otra clase de sistema nervioso. El hombre forma parte de la biología. Por eso, la biología está presente en este libro, allí donde es necesaria.

Con frecuencia, los libros de texto encajan completamente el cerebro y su estructura nerviosa en un compartimento, sin que haya ninguna infiltración de datos neurológicos a otros capítulos. Una estrategia alternativa consiste en que esta infiltración tenga lugar continuamente, ya que el sistema nervioso influye, controla o es influido por cualquier otro sistema del organismo. Este libro intenta combinar ambos enfoques. Por decirlo de alguna manera, cualquier fenómeno o proceso está contemplado desde el punto de vista del cerebro. No en vano la evolución fue en gran parte una cuestión de cambios en el cerebro. El desarrollo de la especie humana se basa en el desarrollo del cerebro y la anatomía comparada se basa en las diferencias existentes entre sistemas nerviosos del reino animal. De modo semejante, la visión no estriba tanto en lo que percibe el ojo, como en lo que el cerebro hace con la información recibida del ojo. Existen muchos tipos de anomalías físicas, pero sólo algunas de ellas afectan al cerebro. Pueden existir numerosas lesiones corporales en general, pero sólo algunas de ellas afectan al sistema nervioso —parálisis, ictus, esquizofrenia, parkinson, migraña, etc. El detallar todas las cosas desde el punto de vista del cerebro implica a una amplia gama de intereses. Este libro es amplio y extenso, y debe ser así.

Las publicaciones científicas siempre están repletas de citas bibliográficas, y se concede un crédito total al autor, al título y a la revista, así como al volumen y al número de la página citados. Esas aportaciones son importantes, por supuesto, pero

PREFACIO

no en un trabajo de ciencias generales. En general, sólo he incluido en la bibliografía algunas afirmaciones si resultaban especialmente nuevas, interesantes, revolucionarias, bien expresadas o raras, y entonces, normalmente sólo he mencionado un nombre. O en ocasiones, sólo un lugar de origen. Muy pocas veces ambas cosas. Me gusta incluir citas bibliográficas, pero prefiero un texto fluido. Si alguno de estos manierismos, prejuicios y preferencias no logran arrancar más significaciones y sugerencias del tema principal, deseo disculparme aquí y ahora por la irritación que seguramente provocarán.

INTRODUCCIÓN

Se ha desarrollado un instrumento adelantado a las necesidades de su poseedor

Alfred Russel Wallace

El hombre dice que el cerebro es lo más importante del mundo, pero parece despertar el mismo interés que los intestinos... antiguamente el cerebro se dibujaba como un intestino, en forma de tubo. Nuestros antepasados estaban más intrigados por el corazón pulsátil, el melancólico bazo, el hígado de color cambiante y los desplazamientos del intestino peristáltico que por el cerebro. Incluso la orina, en su opinión, despertaba más curiosidad. Los libros de anatomía modernos siguen la misma tendencia, colocando el «sistema nervioso» en cualquier lugar menos en sus capítulos principales. Casi podrían parecer un eco de Aristóteles, que lo consideraba un sistema de refrigeración, poniendo como prueba de ello el moco que produce una nariz resfriada. Verdaderamente, algunos textos médicos actuales, al parecer determinados a eliminar todo posible interés, resultan ciertamente modestos cuando se comparan con los últimos avances en neuroanatomía: «El cerebro es la parte del sistema nervioso contenida en el cráneo». Nosotros, que estamos equipados con este milagro de la evolución, hacemos lo mismo a nuestra manera, y en general, podemos enumerar sus partes tan bien como podemos marcar montes en la Luna. Y sin embargo, el cerebro nos ha creado. No son nuestros intestinos o nuestro hígado los que han creado al *homo sapiens*. No es nuestro ordinario corazón, ni son nuestros corrientes pulmones los que nos han conferido el poder de es-

cribir libros, componer música o destruir toda la vida del planeta Tierra. Es el cerebro humano.

En cambio, su aspecto no resulta interesante. Externamente, no tiene nada que sugiera capacidad de ninguna clase, y menos aún la más elevada forma de inteligencia, de pensamiento y de memoria, de lo racional y lo irracional. No parece lo que es, pero ésta no es la única paradoja que presenta el cerebro. Una mínima lesión de este órgano puede producir efectos incapacitantes como es la pérdida de la visión, pero en cambio, el cerebro puede ser atravesado por una varilla, y la consecuencia ser simplemente unas discretas alteraciones de la personalidad. (Recientemente, en la ciudad de Boston, una víctima de este tipo de accidente salió del hospital «con una ligera cojera».) El cerebro humano no es ni el mayor entre el de los animales (el del elefante es cuatro veces mayor y el de la ballena seis veces el del hombre), ni es el mayor en comparación con el tamaño del cuerpo (muchos monos duplican nuestra proporción). Está distribuido de forma semejante y constituido por las mismas partes que todos los cerebros de los animales vertebrados, aunque es incomparablemente superior. El volumen del cerebro de los monos de mayor tamaño es, aproximadamente, la mitad del nuestro, y por ello, en términos humanos, todos los monos son imbéciles. Por el contrario, el cerebro de algunas personas dobla en tamaño al de otras, y no son más inteligentes. En realidad, los cerebros humanos más voluminosos corresponden, a menudo, a idiotas.

Ni siquiera se sabe por qué somos tan inteligentes y por qué el cerebro alcanzó su tamaño actual hace más de 100.000 años. La mayoría de los humanos no agota las posibilidades de su increíble poder cerebral. Nuestros antepasados, que vivieron en comunidades de cazadores-cosechadores durante miles de generaciones, posiblemente hicieron aún menos requerimientos a su sistema nervioso central de similar tamaño. Y sin embargo, el cerebro humano moderno procede de la evolución de aquél. Nuestros poderes, que han diseñado y construido los computadores, han dejado sus huellas en la Luna y nos han conferido el entendimiento para analizar, incluso,

de dónde procede el saber; han sido creados por selección natural de aquellos primitivos que golpeaban el pedernal y la piedra, cazaban animales, buscaban frutos y eran poco más que monos inteligentes. Probablemente podían hablar, pero eso lo podemos hacer casi todos, tanto los individuos brillantes como los estúpidos de nuestra comunidad. Además, hasta ahora no existen indicios, en las biopsias o en las autopsias, de que el cerebro de algún individuo constituya o no una buena prueba de su clase.

La mente. En el pasado, de alguna manera y en algún momento, un sistema nervioso se convirtió en un sistema pensante. Este mundo que conocemos estuvo en su inicio sin vida y sin pensamiento. La vida surgió hace unos cuatro mil millones de años, y luego llegó el pensamiento; pero, como escribió Sir Karl Popper, no tenemos «ni la menor idea acerca de en qué nivel de evolución aparece el pensamiento». El profesor Steven Rose ha hecho la misma clase de pregunta: «¿En qué estadio de la evolución se desarrolla en un organismo un comportamiento controlado por el cerebro que sea reconocible, y cuándo aparece la conciencia?» La condición del pensamiento no es un hecho extraordinario, añadido para distinguir al hombre de todos los animales, como se creyó hace tiempo. Sin conciencia —de algún tipo— no es posible la elección consciente. Numerosos animales aplican dos tipos de programas de comportamiento: cerrado (instintivo) y abierto (alternativo). La evolución puede operar a través de cualquiera de los dos, pero la principal ventaja del último sistema es que la actual prueba y error puede estar precedida por una prueba y error imaginadas. La anticipación desagradable (trabajo, dolor, pérdida, etc.) ¿puede ser superior o inferior a la anticipación agradable (alimento, sexo, calor, etc.)? Todos poseemos lo que el autor John Hillaby llamó un *cráneo proyectista*, siempre dispuesto a proyectar privadamente una bobina que prevé o repite un evento particular.

Lo que no sabemos, y no podemos saber, es si somos más inteligentes que los animales o es que operamos en un nivel

bastante diferente. ¿Somos nosotros auto-conscientes, y ellos no? ¿Tenemos un tipo de mente del que ellos carecen, y tenemos nosotros espíritu cuando ellos no tienen nada por el estilo? No consideramos que nuestro estómago esté a un nivel superior, ni nuestra sangre, ni ninguna otra parte de nuestro cuerpo. Por supuesto, las vacas pueden digerir hierba y nosotros no, y los delfines nadan a una velocidad diez veces superior a la nuestra, pero esto sólo son digresiones sobre el tema básico, o por lo menos eso es lo que decimos. Al llegar al cerebro, a nuestra masa particular de tejido neural —ni la más grande ni la más pequeña en proporción— suponemos a menudo que no se trata sólo de una prolongación de otras masas, sino de algo totalmente único. Decimos que tiene un espíritu, y esto es lo que establece la diferencia entre los animales y nosotros.

Hace tiempo se postulaba que el espíritu-mente se localizaba en el corazón, en los ventrículos (cerebrales), en la glándula pineal, en el estómago, en la sangre, en el cuerpo calloso (entre los hemisferios) y en la medula espinal (debajo de la base del cráneo). Los más famosos entusiastas de cada localización fueron Aristóteles, Galeno, Descartes, von Helmont, Harvey, Willis, Prochaska y Pflüger. En parte, toda esta confusión y la constante discusión filosófica sobre el tema de la mente, proviene del hecho de que las diferentes lenguas carecen de palabras exactamente equivalentes para designar lo mismo. En inglés existen tres vocablos diferentes: *mind*, *soul* y *spirit*. En francés no existen; falta *mind*, y el mismo Descartes utilizó «*l'esprit*» para cubrir este significado. (Mi diccionario de francés ofrece «*esprit*, *intelligence*, *tête*» como traducción del inglés «*mind*»). En ruso también falta «*mind*», lo que condujo a un notable malentendido entre Charles Sherrington e Ivan Pavlov. Para solventar este problema, se eliminó la palabra rusa *ym*, utilizada previamente en los laboratorios de Pavlov, y se sustituyó por «actividad nerviosa superior».

Este término ha sido bien acogido por la mayoría de neurólogos. Les libera de la eterna discusión acerca de la relación entre cuerpo y mente, eterna porque muchos consideran que

es una discusión irresoluble. El espíritu es una abstracción y el cerebro, un órgano. Hablar del pensamiento es combinar ambos. Si pensamiento implica propia conciencia, se trata solamente de una función del cerebro, algo logrado a lo largo de la evolución y que representa una ventaja para el individuo o la especie. Ahora bien, si pensamiento equivale a espíritu, un elemento por encima y más allá de la física y la química del cerebro, que puede existir sin un cuerpo, un gran número de personas no creerá en ello, prefiriendo atenerse a las leyes terrenas. No debemos extrañarnos pues, de que en vista de estos significados opuestos, Pavlov decidiera hablar de actividad nerviosa superior. Los términos *ym* y mente fueron archivados y luego desempolvados, para dar título a este libro. Francamente, es necesario pedir disculpas o dar una explicación. Creo que la mejor respuesta o explicación está en nuestro lenguaje. Las palabras son siempre algo más que sus definiciones en el diccionario. Deben ejercer su función en un contexto, varían con el tiempo y cambian según quién las utiliza y quién las interpreta. Hablar del cerebro de un ser (o incluso de sus cerebros, ya que no está claro si se trata de un singular o de un plural), es hablar de su destreza —o de la falta de la misma—, del órgano que se encuentra en el interior de su cráneo, del líder funcional de su sistema nervioso. La palabra tiene un significado predominantemente anatómico y evoca lóbulos, cisuras, surcos, áreas, sinapsis. Lo que no consigue, en mi opinión, es hacernos pensar inmediatamente en sueños, habla, depresión, zurdería, cefalea, alcohol, anestesia, música, dislexia, sed, dolor o sabor —sólo por enumerar algunos aspectos. En mi mente (y no en mi cerebro) palabras como síntomas, acontecimientos tienen más probabilidades de surgir como recuerdos si se utiliza el término Mente en lugar de Cerebro. Mente es más amplio, ya que abarca tanto el concepto de cerebro como el de actividad cerebral. De las dos palabras, creo que es la que posee un sentido más amplio. Por ello, este libro se llama *La Mente*, más que *El Cerebro*. Considero que todo lo que el cerebro realiza, representa y puede llegar a ser, resulta interesante, y he querido que el libro fuera lo más amplio posible. Pav-

INTRODUCCIÓN

lov hubiera preferido tal vez utilizar «actividad nerviosa superior» pero yo me he decidido, no sin antes haberlo pensado mucho, por *La Mente*.

Otro punto de introducción, básico o ingenuo, a tener en cuenta es la consideración que solamente disponemos de nuestro cerebro para hacer trabajar nuestra mente. O mejor dicho, disponemos de una parte del mismo, nuestro intelecto consciente, para comprenderlo en su totalidad. Este punto fundamental no puede basarse en nada más. El mayor campo de investigación biológica del futuro es el cerebro humano, como estableció Sir Macfarlane Burnet, y como convendremos la mayoría de nosotros. Lo raro de esta situación estriba en que el cerebro humano es a la vez el medio y el objeto de esta investigación. El cerebro debe averiguar lo que él mismo es.

Nunca existió una mejor época para este estudio. La neurología avanza con más rapidez que nunca. Hubo la época de la física, cuando se fisieron por primera vez los átomos, tal como demostró el temible poder nuclear. Luego apareció la biología molecular, estimulada por el modelo del ADN. Y ahora es la neurología la que se encuentra en su apogeo.

Deseo añadir una posdata personal a estas consideraciones generales. Cuando al final de la década de 1960 terminé de escribir *El Cuerpo*, resultó inevitable que pensara en su corolario, la mente. Por descontado que si yo mismo no hubiera tenido ese pensamiento, otros hubieran estado dispuestos a sugerírmelo rápidamente. Empecé a recoger valiosa información, pero de un modo apagado, sin demasiado interés. Los hechos resultaban estimulantes pero no me entusiasmaban. No obstante, a medida que los años iban pasando y las diversas carpetas de mi archivo empezaban a aumentar de volumen, el aspecto del asunto cambió. Así pues, muchos temas afloraron repentinamente, como la discusión acerca de la muerte cerebral, la psicocirugía y los nuevos fármacos. Los propios fármacos del cerebro, las encefalinas y las endorfinas surgieron de repente, como si no procedieran de ningún lado. La vista, por ejemplo, ya no era lo que los ojos veían, sino lo que el cerebro

INTRODUCCIÓN

hace con los impulsos que le llegan de los ojos. Los individuos hidrocefalos, que parecía que no tenían posibilidad de superación, empezaron a alcanzar grados universitarios. La neurología *había* llegado, o había entrado en una fase totalmente desconocida hasta entonces. Por ello, *La Mente* se escribió sin más demora, o mejor dicho, en los tres laboriosos años que mediaron entre las primeras investigaciones y la última palabra.

El cerebro humano *está* averiguando lo que es, con mayor rapidez que nunca. No obstante, empezó hace muchísimo tiempo. Ni siquiera comenzó con los tipos más primitivos de hombre. Sus raíces se remontan a los peces, que a su vez evolucionaron también desde formas más simples. Como en todas las buenas historias, vale más empezar por el principio, por lo que la *Evolución* constituye el capítulo 1 de este libro. El cerebro humano debe ser contemplado en su perspectiva histórica, por todos los cerebros humanos que son los descendientes del pasado.

PRIMERA PARTE

La primera parte, que abarca la evolución, la anatomía animal y el desarrollo, establece y delimita el escenario e introduce la herencia humana. Cuando cada individuo tiene la inteligencia para comprender que él o ella posee un cerebro; entonces el órgano ya está completo y constituye una parte del pasado, un pariente de cualquier otro cerebro y un elemento única y enteramente de nuestra propiedad. Estos tres primeros capítulos sientan la base de este hecho. Hay algunas indicaciones generales, acerca del tamaño, peso y capacidad que sirven además de introducción.

I. EVOLUCIÓN

Es el único ejemplo en el que la evolución ha proporcionado a una especie un órgano que no sabe cómo utilizarlo; un órgano de lujo para el que pasarán miles de años hasta que su dueño llegue a usarlo adecuadamente, si es que lo aprende alguna vez.

Arthur Koestler

Anaxágoras afirma con certeza que es la posesión de manos lo que hace al hombre el más inteligente de los animales; pero seguramente, el punto de vista más razonable es que el hombre tiene manos precisamente porque es el más inteligente.

Aristóteles, *De partibus animalium*, IV, X

El cerebro humano. Está constituido por unos diez o quince mil millones de células nerviosas. (Los libros de anatomía siempre son más precisos, ya que cada autor opta por catorce u once o quince mil millones como si su afirmación representara la cifra verdadera e indiscutible.) Si este tipo de cifras es desconcertante, siendo tres veces superior al número de cerebros humanos vivos sobre el planeta, el de *sinapsis* (conexiones de las células nerviosas) es incluso mil veces superior, existiendo cerca de cien billones o más que el número total de hombres que hayan vivido desde la adquisición de este fantástico cerebro con su tamaño completo, hace unos miles de siglos. Acopladas las células nerviosas, sirviéndoles de soporte y nutriéndolas, se encuentran las células gliales, cuyo número corre parejo con el de las células nerviosas a las que sostienen. A modo de comparación, y entendiendo que estas cifras pue-

den inquietar a las personas normales (en el aspecto de la curiosidad científica), la espabilada y pequeña abeja posee aproximadamente unas siete mil células nerviosas.

El cerebro humano completo pesa aproximadamente tres libras en el hombre y alrededor de un 10 % menos en la mujer (ó 1.400 g frente a 1.250 g). Esta desproporción puede parecer mal a las mujeres, pero sus cerebros son relativamente mayores, ya que representan un 2,5 % del peso corporal total, frente a un 2 % en el hombre. Los 1.400 g de peso sitúan al cerebro entre los más ligeros de nuestros órganos; es mucho menos pesado que los músculos (el 42 % del peso total en el hombre y el 36 % en la mujer), también mucho menos que el total de los 206 huesos del cuerpo humano, menos que los dos y pico metros cuadrados de piel, menos que los once y pico metros de intestino, menos que los cuatro y pico litros de sangre, y menos que los casi dos kilos de hígado. No obstante, pesa más que el corazón (que pesa unos 450 g), los riñones (que pesan unos 142 g cada uno), el bazo (170 g), el páncreas (85 g) y los pulmones (aproximadamente 1.000 g). Un feto, con su, relativamente, enorme cabeza (y cerebro) y todo lo demás pequeño, parece la más exacta representación del *Homo sapiens*, pero su gran cabeza se reduce en proporción a medida que la criatura va aprendiendo. Es evidente lo paradójica que resulta nuestra propiedad más notable, con sus 1.400 g.

También hay controversias respecto a sus capacidades. Por un lado, y a lo largo de lo que para muchos es un día normal, un determinado cerebro puede mostrar bien poca inteligencia. Su propietario puede comer lo que se le pone en la mesa, caminar hasta la parada de autobús, llegar a su trabajo, llevar a cabo la misma tarea repetitiva, volver a casa, comer de nuevo e ir a dormir. Hasta un animal podría hacer lo mismo. Claro que, por otro lado, también está el caso del músico Hans von Bülow, que en un viaje en tren de Hamburgo a Berlín, leyó la *Sinfonía Irlandesa* de Stanford, hasta ese momento desconocida para él, y esa misma noche dirigió la obra sin partitura. Algunos músicos prefieren leer una partitura musical a oír-

la, aduciendo que la experiencia se libra así de las imperfecciones de una interpretación inmediata. Wolfgang Mozart confiaba en que una composición totalmente nueva aparecería repentinamente en su mente. En el momento adecuado traduciría esa obra hecha de ritmo, melodía, armonía, contrapunto y tono en los símbolos escritos de una partitura. Para los que tienen problemas para recordar un número de teléfono o el nombre correspondiente a una cara, resulta incluso difícil considerar la distancia entre nosotros y ellos, los normales y los genios. En una ocasión, alguien rogó a A. C. Aitken, profesor de la Universidad de Edimburgo, que dividiera 4 entre 47. Después de cuatro segundos comenzó a contestar y decía un dígito cada tres cuartos de segundo: «Cero, coma, 08510638297872340425531914.» Se paró (después de veinticuatro segundos), discutió el problema durante un minuto y reemprendió su cálculo: «191489» —una pausa de cinco segundos— «361702127659574468. Aquí está el punto de repetición. Empieza otra vez por 085. Entonces, si hay 46 decimales, estoy en lo cierto.» Para muchos de nosotros, este hombre pertenece a otro planeta, especialmente debido a su último comentario.

Lo curioso es que los cerebros de von Bülow, Mozart y Aitken proceden de la herencia de una larga línea de cazadores-recolectores ¿Por qué o cómo demonios ha podido evolucionar un sistema cerebral hasta llegar a recordar sinfonías o realizar ejercicios aritméticos mentales complicados, cuando sus necesidades paleolíticas eran seguramente mucho menores? Y, una segunda cuestión, ¿por qué se detuvo el proceso hace por lo menos 100.000 años? Sólo desde entonces, gracias a un aumento de la población, a través de comunidades más amplias y mejor establecidas, la división de las tareas y un progresivo dominio de la naturaleza, el cerebro humano ha empezado a desarrollar su potencial. Se trata del mismo cerebro prehistórico; no se han detectado diferencias apreciables (por lo que puede deducirse de los fósiles) entre el de entonces y el de ahora, el suyo y el nuestro, entre el del hombre absolutamente primitivo y el del muy moderno.

El sistema solar es muy vasto, incomprensible para la mayoría de nosotros, y sus distancias vertiginosas, y hablar de ellas al mismo tiempo que de nuestro kilo casi cuatrocientos gramos de cerebro, aparentemente, resulta como relacionar lo verdadero con lo falso, una cosa inmensa con una diminuta. Pero el mencionarlas juntas es más correcto de lo que podría suponerse. Las dimensiones de las que hablan (y que parecen comprender los astrónomos) encuentran su paralelo en los números presentados por los neuroanatomistas, casi de pasada, como si estos datos también fueran comprendidos. Ya se han mencionado los quince mil millones de células nerviosas, cifra semejante a la del total de estrellas de nuestra galaxia. Y se han mencionado las sinapsis, mil veces superiores en número, y por lo tanto tan numerosas como las estrellas de mil galaxias. Los astrónomos utilizan estas cifras, siendo más conocedores que la mayoría de los miles de millones de años luz existentes entre nosotros y las partes más lejanas del Universo conocido; pero debe de haber un límite incluso para su comprensión.

Tengo la sospecha de que el cerebro humano puede llegar a confundirse con estos datos, no respecto a sus neuronas, sino respecto a la gama de sus posibilidades. Las células nerviosas son las unidades básicas, pero sus sinapsis crean una trama de conexiones, de las diferentes maneras en que una célula nerviosa puede unirse a otra, y esta otra a su vez a otra más. La cifra de posibles conexiones en el interior de nuestro moderno cerebro es prácticamente infinita. Con toda seguridad, resulta mayor que el número de átomos supuestamente existentes en el Universo entero, y no hay nadie, creo yo, que pueda habérselas con esta idea. De una manera u otra, un mono bípedo, bastante lampiño, cazador y carroñero adquirió esta increíble posesión y nos la traspasó. Nadie sabe por qué lo hizo, ni es posible imaginarlo. «No tengo ni la más remota idea», contestó Richard Leakey, antropólogo y experto descubridor de homínidos primitivos, cuando se le preguntó por qué o cómo había tenido lugar un aumento tan notorio del poder cerebral entre tribus de hombres primitivas y diseminadas.

Desarrollo. La velocidad a la que tuvo lugar este aumento fue considerable. En el espacio de tres millones de años, saltó de unos quinientos centímetros cúbicos —por lo tanto comparable en cuanto a tamaño al cerebro de los gorilas— al tamaño humano de mil cuatrocientos centímetros cúbicos. Aceptando que las células cerebrales del hombre primitivo hayan estado tan comprimidas como en el cerebro moderno, podemos pensar que durante esos años se añadieron algo así como unos nueve mil millones de células, o, dicho de otra manera, ciento cincuenta mil por generación, lo que parece un gran incremento para cada nuevo paso de padres a hijos, especialmente si se tiene en cuenta que muchos vertebrados, todos ellos bastante astutos, tienen un número bastante menor aunque su tamaño no sea demasiado grande. En el cerebro existen aproximadamente unos diez millones de células por centímetro cúbico, por lo que la brecha generacional de ciento cincuenta mil equivale a una sexagésima parte de un centímetro cúbico, o bien quince milímetros cúbicos. Este incremento es modesto si se considera desde el punto de vista de la masa; de hecho, muchos animales han aumentado mucho más el tamaño de su cuerpo en cada generación, pues se trata de un incremento de sólo 0,015 g o una dosmilésima parte de una onza.

Si los elefantes hubiesen alcanzado su peso de siete toneladas a partir de sus antepasados de, digamos, una tonelada; a este ritmo de incremento de 0,015 g por generación, hubiesen necesitado unos cuatrocientos millones de generaciones, o bien ocho mil millones de años. No obstante, resulta sugestivo considerar el aumento de peso del tejido cerebral más problemático en la evolución que el aumento de peso de los elefantes. El incremento de peso del cerebro es más impresionante, porque los cerebros tienen mayor importancia —por lo menos desde nuestro punto de vista de *Homo sapiens*— que la simple masa, una piel más gruesa o un tórax más ancho. Es más fácil impresionarse con la triplicación de las células nerviosas en el espacio de tres millones de años.

El desarrollo del cerebro parece menos notable si se piensa

sólo en términos de división celular. Para lograr 15.000 millones de células nerviosas es necesario que haya 33 duplicaciones de la célula original. Para lograr la mitad de este número, sólo son necesarias 32 duplicaciones. Bajo esta óptica, la diferencia entre el hombre primitivo y el moderno no parece tan notoria —apenas algo más que una duplicación en tres millones de años. Puesto que la conformación adulta de las células del cerebro tiene lugar durante los tres primeros meses de embarazo, resulta que las 33 divisiones se llevan a cabo a un promedio de una cada tres días. Si pensamos que las bacterias duplican su número más o menos cada veinte minutos, el aumento del cerebro fetal no es especialmente rápido. En realidad, es igual a todos los demás incrementos que se dan en el embrión humano al mismo tiempo: el desarrollo del hígado, de la piel, etc.; aunque el desarrollo del cerebro pueda parecer más notable, sobre todo si se desciende al nivel de las células cerebrales, pues, para llegar a tener 15.000 millones de neuronas al terminar el tercer mes de actividad gestacional, se necesita que se desarrollen a una velocidad de 2.000 por segundo. Sabiendo que numerosos animales pequeños llevan unas vidas bastante complejas con sólo ese número de células nerviosas, se podría argüir que deberíamos ser bastante más inteligentes de lo que somos; pero, obviamente, no es posible comparar la capacidad de los insectos, por más compleja y admirable que sea, con la capacidad humana. No somos equivalentes a siete millones de insectos. Lo que ocurre es que tenemos el mismo número de células cerebrales que todos ellos juntos.

Estos párrafos llenos de cifras, con tantos ceros de por medio, pueden confundir más que aclarar. Su objetivo ha sido demostrar que la adquisición de nuestro cerebro de mil cuatrocientos gramos está llena de contradicciones. Hubo un incremento espectacular que no hubiera tenido importancia de haber ocurrido en otro tejido. Esta masa cerebral sólo está empezando a alcanzar su potencial en las épocas modernas —en muy pocas personas—; sin embargo, se desarrolló para todos nuestros antepasados en tiempos relativamente simples. Las células y las sinapsis del cerebro son simplemente numerosas;

la cantidad de interconexiones es casi tan infinita como cualquier cosa que conozcamos. El tamaño del cerebro es sencillamente crucial; pero aquellos individuos cuyo cerebro duplica en tamaño al de otros no son más inteligentes que éstos. Indudablemente, su desarrollo resultó fundamental para la aparición del *Homo sapiens* y para la evolución de esta especie; no obstante, su nuevo tamaño debió hallar trabas en una parte relativamente menos importante de la anatomía, la elasticidad del canal pelviano en el momento del nacimiento. Para la evolución resultaba fácil permitir un desarrollo regular y constante de la cabeza fetal; pero el nacimiento debió constituir un problema creciente. Teleológicamente hablando, ya era hora de que los mamíferos introdujeran la viviparidad en lugar de la ovoparidad, que era la forma dominante más o menos desde que había empezado la vida; pero la viviparidad representó en su momento una limitación al tamaño de la cabeza. (Incluso así, disponemos de un cerebro más que adecuado para nuestras necesidades. Tal vez un día él mismo nos enseñe a comprender su potencial real.)

El hombre primitivo. Los seres humanos son una amalgama del pasado. Nuestros primeros antepasados vertebrados, los peces, nos legaron un corazón único, un par de ojos, miembros anteriores y posteriores, tres canales semicirculares, dientes, un hígado, un páncreas, un bazo, dos riñones, costillas, un tiroides, una medula espinal dentro de una columna vertebral, un cráneo óseo y un cerebro con cinco partes diferenciadas. De los anfibios, sucesores de los peces, hemos recibido nuestro oído interno, las membranas timpánicas, dos aurículas en el corazón, dos pulmones, la división de los miembros en superiores e inferiores, huesos en los dedos y en los pies, dos escápulas, dos clavículas y un cerebro anterior, que ya no es sólo un simple lóbulo olfatorio. De los reptiles, descendientes de los anfibios, adquirimos un metanefros, una modalidad de riñón más evolucionada, un uréter, alveolos en los pulmones, membrana amniótica y un cerebro anterior más dominante que nunca anteriormente. Con la llegada de los ma-

míferos aparecieron otras características, como el pelo, una lente capaz de cambiar su distancia de enfoque, tres piezas óseas en el oído, la homeotermia, dos ventrículos en el corazón, glándulas mamarias, la placenta, una sola vagina y un córtex estratificado en el siempre creciente cerebro anterior. De los primates, nuestros antepasados simiescos, recibimos ojos anteriores, un solo útero, la forma humana de dentición, brazos de motilidad libre, manos, un largo período de desarrollo y un cerebro con muchos más repliegues que los que hasta entonces se habían visto.

La última adquisición, con la que los monos dieron paso a monos-hombre y, finalmente, al hombre, fue la posición erecta, una pelvis en forma de cuenco, un tórax más aplanado (ambos resultantes de la bipedestación), pies para andar, piernas más largas, nacimiento relativamente más precoz (debido a que la nueva pelvis caminante tenía un canal obstétrico menos adecuado), una cabeza más enhiesta y un cerebro mucho más abultado. Aunque algo restringido por el canal obstétrico, pero con un período de desarrollo más prolongado después del nacimiento y una columna vertebral vertical que podía soportar más fácilmente una cabeza de mayor tamaño, el cerebro de los monos-hombre y hombres-mono aumentó regularmente de volumen, dando como resultado el sistema nervioso más complejo y capaz de todo el reino animal.

No obstante, el mayor salto hacia delante del desarrollo neurológico tuvo lugar al inicio mismo de la historia de los vertebrados, cuando quedó establecido el modelo básico. Igual que el arco en arquitectura o el vapor en la industria, el avance que tuvo lugar en la estructura nerviosa del pez resultó crucial. El hecho de que el cerebro anterior del pez, dedicado en un principio sólo al sentido del olfato, pasara a ser bastante superfluo cuando la importancia de este sentido disminuyó a lo largo de la evolución, también fue fundamental. Lo mismo ocurrió con la localización del cerebro anterior, pues su disposición en la frente dio como resultado que la expansión de su volumen tuviera menos posibilidades de romper la unidad. Existe tal sentido de la lógica en el desarrollo del cerebro, de los peces

a los anfibios, a los reptiles, a los mamíferos, a los primates, a los monos y al hombre, que parece que estuviera programado. Pero la evolución tuvo lugar, como dijo Julian Huxley, sin más propósito que la lluvia que cae del cielo. El hecho de que el cerebro humano llegara a este aspecto en forma accidental no nos obliga a retractarnos ni un ápice en nuestro asombro ante sus capacidades. Lo más impresionante de todo es su llegada no planificada. Por último, tampoco comimos tantos frutos del árbol de la sabiduría como para bajar del árbol, convertirnos en bípedos, liberar nuestros miembros anteriores para realizar otras actividades y adquirir un cerebro para disfrutar la recompensa de estar de pie.

Numerosas especies han desarrollado este o aquel órgano, o una parte de ellos o un sistema de órganos. Los brazos del orangután son extraordinariamente largos. La envergadura del gorila, especialmente la del macho, es muy notable. El alce gigante poseía, hasta su reciente desaparición, las astas más grandes que nunca han existido, y la ballena azul es el animal de mayor tamaño conocido. En comparación, el desarrollo de la especie humana es modesto —sólo una o dos libras más en un órgano determinado— pero ese desarrollo tuvo lugar en el tejido neural. El resultado, a pesar de la discreción del incremento respecto al tamaño, ha sido proporcionar a nuestra especie un tremendo poder. Poder que nos permitiría, si tan mal lo administráramos, destruir toda la vida del planeta que nos originó.

Este pequeño pero importante aumento de tejido no se llevó a cabo con tanta rapidez como se pensaba hasta hace veinte años. Las pocas piezas disponibles del rompecabezas indicaban entonces que todos los elementos importantes ocurrieron en los anteriores 500.000 años. Después de los numerosos hallazgos que se han efectuado en África, podemos suponer que las etapas de tiempo fueron más distendidas. De ello resultaría que el hombre, el gorila y el chimpancé tuvieron un antepasado común hace aproximadamente cuatro millones y medio de años. Un millón de años después, los antepasados del hombre eran totalmente bípedos tal como han revelado las huellas ha-

lladas por Mary Leakey en Laetoli (50 kilómetros al sur de la famosa Garganta de Olduvai en Tanzania). La marcha bípeda ha precedido a cualquier otro atributo humano, a la destreza manual, a la fabricación de herramientas y a la expansión cerebral.

Probablemente los primeros individuos que caminaron en posición erecta no eran más inteligentes que los monos antropoides actuales. Como dijo el antropólogo Richard Leakey, «el comportamiento no se fosiliza»; ni tampoco ninguna de las cosas que deseáramos ardientemente saber. El único indicio de la inteligencia de los homínidos se encuentra en los artefactos y en la capacidad craneana. Nada de lo que fue hecho por el hombre ha sobrevivido desde el inicio mismo de la existencia vertical del género humano; no hay utensilios ni restos de fuegos. Entonces, la capacidad craneana era de tipo primate, a duras penas de 500 centímetros cúbicos (o una tercera parte de la capacidad actual, o menos de medio litro).

El cuadro fósil actual ha mejorado mucho recientemente debido a la gran abundancia de descubrimientos generales en África, y en el este de África en especial. En esta última zona, hacia la mitad de la década de los sesenta, sólo se habían hallado unas cuarenta piezas de fósiles de homínidos. En 1970, la cifra se aproximaba al centenar, y al final de esa década, rondaba los setecientos ejemplares. Junto con los hallazgos procedentes del sur del continente, el total de restos africanos de homínidos sobrepasa ahora el millar. En consecuencia, ya no ocurre lo que a principios del siglo actual, cuando cada nuevo descubrimiento provocaba una reordenación de la evolución humana. Por supuesto aún hay controversias, ya que mil piezas de un rompecabezas no completan en absoluto el cuadro de cuatro millones y medio de años; el principal punto de desacuerdo lo constituyen los australopitécidos (o monos del sur). ¿Eran coetáneos de nuestros auténticos antepasados y luego desaparecieron, o eran parte integrante de la evolución de los homínidos? La discusión sólo podrá resolverse cuando se encuentren nuevas piezas del rompecabezas. Si los australopitécidos fueron una especie separada, la línea de los homíni-

dos se inició hace mucho tiempo, tal vez cuatro millones y medio de años o incluso siete millones. Si los australopitécidos fueron nuestros antepasados, conservando sus numerosas características típicas de los primates junto con sus características humanas, la auténtica línea de los homínidos no tendría probablemente más de tres millones de años. La discusión se prolongará probablemente durante muchos años más, ya que la historia humana origina siempre mucha polémica.

No obstante, ya sea durante siete millones de años, tres millones o cualquier otro tiempo, un cerebro semejante al del mono y con su tamaño llegó a transformarse. El cerebro de un chimpancé tiene un volumen de 400 centímetros cúbicos, el de un gorila 500 y el de los primitivos australopitécidos aproximadamente 450 centímetros cúbicos. El *Australopithecus robustus* (contrariamente al *gracilis*) tenía un cerebro de 500 centímetros cúbicos. El primer fabricante de herramientas diestro, el *Homo habilis*, tenía un cerebro de 750 centímetros cúbicos, y fue sucedido al cabo de un millón y medio de años por el *Homo erectus*, también fabricante de herramientas, pero utilizador ya del fuego, y dueño de un cerebro de 900 a 1.100 centímetros cúbicos. Entonces, como otro salto hacia delante, apareció el hombre de Neanderthal, grande, pesados huesos y enterrador ocasional de sus muertos. Su cerebro —de 1.500 centímetros cúbicos— era incluso mayor que el promedio de los cerebros de la actualidad. Así pues, el *Homo neanderthalensis* podía haber sido algo más inteligente (¿quién podría asegurarlo?), pero el tamaño de un cerebro no es el único factor. Está también el número de circunvoluciones, que puede en ocasiones detectarse en los fósiles, y la propia organización neural del cerebro, que no puede detectarse ni siquiera en un cerebro vivo. No hay que olvidar tampoco el acertijo que representa el hecho de que algunos cerebros humanos actuales doblen en tamaño a otros, sin que se aprecien mínimas diferencias en la inteligencia.

Las herramientas fabricadas por el hombre aparecieron por primera vez hace unos tres millones de años. Eran muy bastas, poco más que guijarros con uno o dos desconchados para ob-

tener un borde cortante. Debían pasar miles de generaciones para que adquirieran un cierto aspecto artístico, hasta llegar a los soberbios pedernales de los pueblos neolíticos. Se dice a menudo que la evolución de la humanidad ha sido explosiva, pero la velocidad general de los avances en el tallado de herramientas no ha resultado halagüeña. Sólo podemos emitir un juicio en base a lo que ha sobrevivido y todos los objetos de madera han desaparecido, pero el lento progreso del avance tecnológico humano es tan sorprendente y contradictorio como el desarrollo constante de sus facultades mentales. Adquirió un cerebro cada vez mayor, pero ha dejado tras sí escasas pruebas de que lo utilizara o lo necesitara. La historia activa del *Homo sapiens* sólo empezó hace unos treinta mil años, pero su cerebro había avanzado al nivel del *sapiens*, por lo menos en cuanto a tamaño, varias decenas de miles de años antes. Y entonces, de una forma bastante repentina, llegó a su propia identidad, que implicaba arte, grabados, pinturas y avances importantes en su evolución cultural. En los siguientes 20.000 años se produjeron más adelantos tecnológicos que en los dos millones de años anteriores. Y por supuesto, todo lo que ha ocurrido desde la revolución del neolítico y la aurora de la historia —los últimos años— convierte en insignificantes todos los avances anteriores.

El hecho dominante, que no debemos olvidar, es que nuestros antepasados próximos estaban todos equipados mentalmente por un igual. Por lo que se sabe, el sencillo cazador-recolector, el primitivo hombre de las cavernas, el artista de las cavernas, el agricultor del neolítico, el escriba de los sumerios y el moderno oficinista han tenido todos el mismo cerebro. Solamente es la herencia cultural lo que les ha convertido en nosotros. Esto ocurrió, como dijo Julian Huxley, cuando «el hombre añadió la tradición a la herencia».

El origen del lenguaje. Todos los animales superiores se comunican entre sí, pero ninguno puede hacerlo de forma que se aproxime a la capacidad del hombre. Disponer de señales de alarma, gruñidos, sonidos de placer y ruidos individuales

no es lo mismo que el lenguaje humano (o más bien que el lenguaje, ya que no existe de otra especie). «Sólo el lenguaje ha hecho al hombre humano», dijo el teólogo alemán del siglo dieciocho G. Herder. Y convirtió en sencilla la herencia de la tradición y la cultura.

Lo que no se sabe ni por asomo es en qué momento comenzó el lenguaje. Anatómicamente (mediante la lengua, laringe y paladar) fue posible hace cientos de miles de años. Neurológicamente ha sido posible desde hace la misma duración de tiempo, siempre y cuando haya habido lóbulos grandes y adecuados en el cerebro. Las teorías acerca del tiempo en que apareció el inicio del lenguaje varían entre la que postula un origen reciente (Auriñaciense) o muy antiguo (cuando apareció el *Homo*), habiendo también dos argumentos principales.

El primero, que considera el lenguaje como antiguo, postula que la humanidad y el lenguaje han evolucionado juntos. El gran cerebro, el arte único de hablar y las ventajas de una comunicación refinada han avanzado simultáneamente. Cuanto más se desarrolló el cerebro, en tamaño y en organización, más pudo desarrollarse el lenguaje. Y cuanto más ocurrió este evento, más avanzó el hombre hacia su estado no alcanzado por ninguna de las demás especies del mundo. Hablar es ser humano: por ello, los hombres empezaron a serlo cuando empezaron a hablar.

El segundo, que sitúa su origen en los tiempos paleolíticos, se basa en lo repentino de la evolución cultural de la humanidad. Durante unas cien mil generaciones no ocurrió gran cosa, excepto que el hombre y su cerebro se desarrollaron juntos. Luego, de repente, y hace sólo unas mil generaciones, la humanidad dio un salto hacia delante, se demostró a sí misma que era diferente de los animales, hizo avances tecnológicos que no podían ni haberse soñado anteriormente y se convirtió indudablemente en *sapiens*. Si este paso gigantesco había sido posible antes, ¿por qué no se dio más pronto? Si el lenguaje había aparecido en alguna era antigua, ¿por qué tuvo que esperar todo el avance hasta hace tan poco? ¿Qué es lo que desencadenó nuestro talento?

Ambas teorías resultan atractivas. Y ambas están sujetas a otras incógnitas. ¿Qué tipo de presión fue ejercida sobre el homínido primitivo que actuó sobre su cerebro mediante la selección? ¿Y qué tipo de fuerza estimuló su capacidad de comunicación? El hombre contra el hombre habría constituido un acicate, pero no hay pruebas de que la humanidad fuera evidentemente belicosa ni que fuera pacífica. O bien, esta prueba cuando existe —cráneos de australopitecos abiertos, por ejemplo— es utilizada por ambos bandos. O bien las víctimas fueron brutalmente golpeadas, o bien sus cerebros fueron paladeados por sus propiedades espirituales. Lo único cierto es que nunca sabremos lo que ocurrió.

Tampoco sabemos si la llegada del lenguaje sucedió lentamente, en semejanza al desarrollo de un niño, pero con una extensión de cientos de miles de años, o si fue precipitada. Los animales pueden manifestar estados de ánimo, intenciones, reacciones, pero sólo en forma amplia. No pueden llamar árbol a un árbol. Este avance, el dar nombre a las cosas, y adjetivos para acompañarlos, ha precedido probablemente a la gramática, pero este paso vital en el lenguaje no puede haberse producido mucho antes. O tal vez se desarrolló una secuencia de eventos diferente, pero la progresión preferida por los niños es nombres, adjetivos, gramática, recorriendo la vía de *perro*, a *buen perro*, a *dame el buen perro*. El desarrollo infantil puede ser la mejor y única guía para seguir el desarrollo del lenguaje. (Es poco probable que con el lenguaje haya ocurrido lo que se pretende que sucedió con un niño famoso. Las primeras palabras de Thomas Carlyle, «¿Qué te duele Jock?» fueron dirigidas a un amiguito de un año de edad.)

Otra posibilidad más es la de que el hombre desarrollara un sistema de signos bastante notable, antes de que se desarrollara el lenguaje. Incluso hoy somos capaces de reunir una gran cantidad de información solamente gracias a la expresión corporal y facial. Se ha calculado que existen más signos diferentes que palabras contenidas en el más extenso de los diccionarios. Sir Richard Paget, 1869-1955, estableció que el hombre podía llegar a hacer 700.000 gestos. Aunque pueda conside-

rarse una exageración, incluso una cifra cien veces inferior resulta aún impresionante. En los más difusos diccionarios figura el registro de 550.000 palabras. Como quiera que la mayoría de nosotros nos arreglamos con bastantes menos —cerca de cuatro mil— también podemos pensar que el diccionario es otra exageración, y tal vez Paget tenga razón. En las sociedades simples y en el extremo más sencillo de sociedades complejas, el lenguaje puede abarcar no más de cuatrocientas palabras. El número de encogimientos, muecas, gestos, sonrisas, levantamientos de cejas, fruncimientos de labios, gruñidos, risas, sacudidas de cabeza, movimientos de los dedos y así sucesivamente —algunos de los cuales son extraordinariamente precisos y casi audibles— podría superar fácilmente los cuatrocientos para esas personas, o para todos nosotros. Los gestos aúnan el estado de ánimo y la reacción, como en la comunicación animal, mejor que los hechos detallados y tal vez —según este argumento— la explosiva evolución del *Homo sapiens* sólo tuvo lugar cuando los signos dieron paso a las palabras.

Ernst Heckel, el científico alemán, propuso como antepasado nuestro al *Pithecanthropus alalus*, el mono-hombre sin habla. Al final no se decidió por esta idea y nos llamó *Homo vocalis*, como quizá hubiera tenido que hacerlo. El lenguaje no nos hace más sabios, pero representó un refuerzo fantástico a nuestra evolución cultural, sólo mejorado cuando las palabras pudieron también escribirse formando un texto.

La mano. En ausencia de otras pruebas, «sólo el pulgar ya me convencería de la existencia de Dios», dijo Isaac Newton. En ese caso los monos con sus primeros dedos oponibles no debieron ser menos convincentes, pero uno dudaría que el gran matemático viera jamás un mono, o si lo vio, que reflexionara sobre su destreza; de todas formas, iba por buen camino. La mano es un instrumento extraordinariamente notable. La controversia actual se ocupa menos de las pruebas de la divinidad que de la discusión del huevo y la gallina, acerca de si la mano del *Homo* le permitió/estimuló/creó el cerebro hu-

mano, o de si fue su cerebro resueltamente progresivo el que perfeccionó indefectiblemente la destreza manual. Ningún otro tipo de primates resulta tan inteligente ni tan capaz con sus manos. Las dos capacidades, por decir una frase muy humana, se dan la mano.

La distribución de los miembros anteriores humanos, hablando en términos biológicos, es a la vez primitiva y avanzada. Sin duda, la distribución en un hueso del brazo (húmero), dos huesos del antebrazo (cúbito y radio), una muñeca (u ocho huesos dispuestos en dos hileras), cinco huesos para la palma (metacarpianos) y cinco dedos (cada uno de tres falanges, a excepción del pulgar, que tiene dos falanges) resulta primitiva. Por ejemplo, los anfibios podrían considerar su propio sistema pentadáctilo y no sentirse excesivamente humillados por la disposición de cinco dedos de los mamíferos superiores, de los monos y del hombre. Pero muchos otros mamíferos han modificado y avanzado enormemente este sistema antiguo: todos los ungulados corren sobre dos dedos, mientras que los caballos corren sobre uno solo.

No obstante, el miembro superior del hombre resulta también avanzado en algunos aspectos sencillos y sutiles. Su extremidad aún es pentadáctila, pero en realidad no puede compararse a la de los anfibios, que primero retrocedió al Paleozoico, y le llevó luego a los miembros posteriores. Durante todo el Terciario, y durante un período de unos cincuenta millones de años, los monos se adaptaron progresivamente a una existencia arborícola. Desde los antepasados lemures arborícolas, los monos arborícolas desarrollaron posteriormente un miembro anterior más ágil. Tanto la escápula (omóplato) como, la clavícula se conservaron para proporcionar una notable motilidad al brazo (los carnívoros y ungulados han perdido la clavícula). El codo y la muñeca también se desarrollaron para permitir una amplia gama de movimientos; ¿y cuántos otros animales pueden alcanzar/rascar todas y cada una de las partes de su cuerpo con sus miembros anteriores?

El pulgar de Newton es un acierto importante, pero muchos otros primates tienen también un dedo oponible de ese

tipo. No obstante, no pueden utilizar sus patas como el hombre su mano, ya que hay dos diferencias vitales. La primera consiste en que la mano tiene dos presas que pueden actuar de forma simultánea. Una pelota, por ejemplo, puede sostenerse fuertemente contra la palma, mientras se toma otro objeto con delicadeza (o fuertemente) con el pulgar y los dos primeros dedos. Esta doble destreza se supone muy superior a la simple oponibilidad. El segundo e igualmente crítico avance es la unión neural directa entre el cerebro anterior y la mano mediante la vía piramidal. La mano de un chimpancé, por ejemplo, no está tan bien dotada neurológicamente, por lo que sus capacidades están menguadas en comparación con las del hombre. Observad a un pianista mientras toca. Recordad que el más habilidoso puede golpear diez veces por segundo sólo con un índice. Observad a un artista, que puede reproducir un parecido no sólo de la cara humana, sino indudablemente de una cara en particular. Un chimpancé, con todos sus méritos, no tiene lugar en esta sociedad.

La mano del mono existe, pero no está el cerebro humano para guiarla. Sin embargo, puede utilizarla para coger fruta, arrancar hojas, trepar, comer, beber, acicalarse, tirar piedras, rasarse, luchar, construir nidos, utilizar determinadas herramientas e incluso hurgar un nido de hormigas con un palo. Probablemente, la mano del hombre primitivo tenía la misma capacidad. Como estas actividades lo abarcan todo, o se supone que tenía que hacerlo, es fácil imaginar que se añadió la selección de la presión a esta destreza. Desgraciadamente, no se han encontrado huesos de la mano entre la aparición del *Homo habilis* (el «hombre para todo» de hace más o menos un millón de años) y la existencia del hombre de Neanderthal de hace sólo 50.000 años. Sigue estando en pie la misma pregunta (y posiblemente para siempre) ¿evolucionó el cerebro humano en parte para ayudar a la mano, o la mano humana mejoró sus habilidades como una consecuencia inevitable de un cerebro en progreso?

El reciente descubrimiento de que hay otros primates que fabrican (o adaptan) herramientas y luego las usan ha levanta-

do una gran polémica. Hasta el momento, y sólo en el chimpancé, se han observado catorce ejemplos diferentes de utilización de herramientas. Esta capacidad ha trastornado completamente una antigua clasificación. Benjamin Franklin se encuentra entre los primeros que definieron al hombre como un «animal fabricante de herramientas». Después de observar al chimpancé, el antropólogo Louis Leakey admitió: «Debemos redefinir o la fabricación de herramientas o bien al hombre.»

Al final, lo primero que se ha alterado es la fabricación de herramientas, para excluir la modificación de las mismas, que es la actividad de los chimpancés. Francamente, existe poca diferencia entre hacer saltar una o dos lascas de un guijarro, que fue lo que hizo el *Homo* repetidamente a lo largo de un millón de años, y rasgar las hojas de una ramita para conseguir un mejor extractor de hormigas. Pero la definición de hombre también ha cambiado. En un principio lo único que importaba era el tamaño del cerebro, utilizándose el «Rubicón de Keith» (por el paleontólogo Sir Arthur Keith) como piedra de toque para la esencia de hombre. Entonces el hombre, fabricante de herramientas, dominó por definición, pero las habilidades del chimpancé resultaban molestas, por lo que la tendencia moderna es definir al hombre por el habla y el lenguaje. Aunque estas propiedades corresponden únicamente al hombre, no se fosilizan, a pesar de algunos estudios que han detectado huellas de circunvoluciones y posibles áreas de lenguaje en el interior de cráneos fósiles. Por ello, no es posible establecer cuándo comenzó el lenguaje ni, por lo tanto, cuándo empezó el hombre.

La habilidad. Es más fácil de situar en el tiempo. Después de que las herramientas de guijarros reinaran durante unas sesenta mil generaciones —lo que es un tipo de prueba de que la inteligencia, la ingenuidad, la inventiva y la destreza del hombre estaban todavía a un nivel aún modesto— se fabricaron las primeras hachas de mano. Las más antiguas provienen de África y se fabricaron hace un millón y medio de años, ó 75.000 generaciones antes. En otros puntos, la ingenuidad era

aún mayor, ya que no se han encontrado restos parecidos en Europa que tuvieran más de 400.000 años, y nada en Inglaterra más antiguo de 250.000 años. Esta proliferación de una buena idea se produjo en forma espiral más bien que en forma explosiva, un adjetivo aplicado con mucha frecuencia a los avances humanos.

El ritmo lento del progreso tecnológico se mantuvo incluso después de haberse inventado el hacha de mano. Probablemente se fabricaron de forma simultánea objetos de madera, ya que una mano capaz de fabricar una punta de lanza de pedernal o de obsidiana difícilmente se detendría con este único logro. Posiblemente el progreso estuvo ocupado en otros campos, tal vez trabajando pieles, haciendo trampas, arcos, casas y toda clase de objetos que no podían y no han conseguido sobrevivir. Sin embargo, a pesar de la laboriosidad de esas manos, el avance fue muy lento en comparación con los modelos modernos. Existieron más de setenta mil generaciones entre la llegada de las hachas de mano y la aparición de la industria del paleolítico superior, las culturas llamadas chatelperoniense, auriñaciense, cravetiense y magdalenense (en este orden). Para ese entonces, el arte ya había llegado, utilizando huesos, astas, marfil, madera y pedernal y piedra. Entre esa época y la actualidad han transcurrido sólo 2.000 generaciones, y se superó el largo período del estancamiento tecnológico; habían llegado los tiempos modernos. Desde entonces, los cambios sufrieron una aceleración espectacular. La mano y el cerebro se pusieron a trabajar juntos como nunca lo habían hecho antes.

Resulta molesto que el archivo fósil del hombre primitivo sea tan insuficiente. Con mil trocitos y fragmentos encontrados de los 250.000 millones de hombres que vivieron en los anteriores cinco millones de años, suponiendo que un millón de ellos hayan vivido simultáneamente y veinte años por generación, todo lo que tenemos del rompecabezas son los patéticos fragmentos hallados aquí y allí. Prácticamente la totalidad de esta historia es pura conjetura. ¿Hasta qué punto estaban avanzados aquellos cerebros de *Homo habilis*? ¿Y sus manos?

En el espacio de un millón de años, ¿cuánto evolucionaron el habla (la anatomía) y el lenguaje (la gramática)? ¿Por qué hubo semejante estancamiento? O por el contrario, ¿por qué tuvo lugar ese avance técnico? (Los aborígenes alcanzaron Australia, posiblemente en más de una oleada, hace unos cuarenta mil años. Puesto que sus cerebros, manos, ojos, lenguaje y necesidades se asemejan a los de otros hombres de cualquier lugar, resulta intrigante que sólo se encontraran cuarenta objetos diferentes fabricados por el hombre como todo repertorio, cuando llegó el hombre europeo. Incluso hay indicios, especialmente en la región de Tasmania, de que se confeccionaron menos artefactos durante los milenios transcurridos en Australia.)

La investigación en otras áreas que no sean puramente paleontológicas no proporciona respuestas a estas cuestiones. «Cuanto más sabemos sobre comunicación (en simios y monos), escribe Jane Lancaster, menos parecen ayudarnos estos sistemas en la comprensión del lenguaje humano.» Los hombres actuales consideran el lenguaje tan útil, que resulta fácil olvidar lo bien que se comunican los animales. «Cuesta creer, decía J. S. Weiner, que la caza comunitaria pudiera llevarse a cabo o que pudiera enseñarse la fabricación de herramientas sin un lenguaje.» John Napier, un notable experto en manos, disiente: «El hombre primitivo pudo, sin embargo, colaborar sin lenguaje.» Sugiere que el habla se desarrolló «probablemente» entre los australopitécidos y el *Homo erectus* «cuando la capacidad cerebral casi se duplicó, de 508 a 974 centímetros cúbicos». Lo mismo puede decirse para las manos, no hay nada que demuestre si dieron un salto hacia delante en consonancia con la expansión del cerebro. Lo más probable es que, debido a las escasas posibilidades de que los huesos se fosilicen y más escasas aún de que sean encontrados, nunca podremos adquirir un conjunto definido de restos humanos que nos permitan demostrar el momento preciso en el que los cerebros se capacitaron (significativamente más que los de los monos), en que las manos se capacitaron (en una forma superior a la de los chimpancés) y cuando se desarrolló el habla (colocando a la

comunicación en otro plano muy diferente a las relaciones de los antropoides, con sus gruñidos y muecas).

Incluso existe la teoría de que las manos resultaron inicialmente más importantes para la comunicación que para fabricar objetos. Es una bonita teoría, y mucho más por cuanto me permite plasmar el lirismo de John Bulwer, que escribió en 1644:

«La capacidad de movimiento y significación de la Mano está tan estrechamente relacionada con el habla, que junto con el lenguaje esperamos el correspondiente gesto de la Mano para explicar, dirigir, reforzar, aplicar, arropar y embellecer las palabras que el hombre pronuncia, que parecerían desnudas si las Manos revestidoras no se movieran primorosamente para adornar y ocultar su desnudez con su gentil y ceremonial parte del lenguaje.»

La relación entre las manos y la mente es más evidente, pero incluso esta asociación tiene un lado no tan obvio. Charlotte Wolff, que vivió en Polonia antes de la invasión de los nazis, fue la más destacada defensora de la idea de que las manos podían servir para el diagnóstico de enfermedades. Las antiguas artes de la quiromancia (adivinación de la suerte por la mano) y la quirognomía (a través de la palma), según ella, no debían ser ignoradas en los tiempos actuales. Igual que la astrología condujo a la astronomía, la alquimia a la química y el ocultismo a la psicología, el estudio de la mano no debe ser menospreciado por la medicina moderna. Lo cierto es que pueden identificarse algunos eslabones curiosos, entre los que se cuentan:

- El síndrome de Down, que puede observarse generalmente en huellas anómalas de las palmas.
- Disfunción de la hipófisis, también detectable en la mano.
- Psicosis, a menudo asociada a color cianótico y a posturas típicas de las manos.
- Ciertas afecciones circulatorias y pulmonares, que pueden acompañarse de dedos «en palillo de tambor» y uñas en «vidrio de reloj».
- Cáncer, que puede detectarse en el desarrollo de las uñas.

El profesor Harold Cummins, de la Universidad de Tulane, fue el primero (en 1936) en afirmar que las huellas palmares y digitales podían resultar útiles en medicina. El síndrome de Down (o mongolismo, o trisomía 21) fue de capital importancia, ya que se asocia a una tendencia a presentar menos remolinos, arcos y asas radiales que las puntas de dedo normales. Los mongólicos presentan una tendencia mayor a tener esas asas en el pulpejo de su dedo anular, cuando la gente normal suele tenerlas en su dedo índice. También tienen una mayor tendencia a presentar la llamada línea simiesca en la palma, que es una línea horizontal y única que cruza de lado a lado la zona más cercana a los dedos. Cerca de un 80 % de los individuos mongólicos presentan esta línea, y en cambio, sólo la tiene un 7 % de la gente normal, y además los normales sólo en una de las palmas.

Los defensores de la importancia de la palma de la mano también están interesados en la personalidad. La Sociedad para el Estudio de Modelos Fisiológicos afirma que determinados tipos de individuos están asociados a asas, remolinos y arcos en diversos pulpejos. (Un asa, lo más frecuente, es o bien radial —enfrente del pulgar— o cubital —enfrente del meñique. Un remolino es el más distintivo, y está compuesto por círculos concéntricos. Un arco tiene forma de tienda, presentando una punta más aguzada, o es más bien redondeado.) Se dice que tener un asa sobre el pulgar significa la combinación de la objetividad con la adaptabilidad. Si está sobre el índice, la adaptabilidad se asocia a la iniciativa. Si está en el dedo medio, donde suele ser cubital, el asa indica una naturaleza filosófica y flexible. Si está en el anular, donde suele ser de nuevo cubital, manifiesta interés artístico, y si está en el meñique demuestra sentido del humor y de la responsabilidad. Según la Sociedad para el Estudio de Modelos Fisiológicos, un remolino en todos los dedos significa tendencias criminales, mientras que un arco en forma de tienda en todos los dedos sugiere rebeldía. Al parecer, el mejor tipo de dibujo que se puede tener es el asa, ya que es un signo general de adaptabilidad.

Resulta muy fácil burlarse de estas afirmaciones sobre el ca-

rácter y emitir juicios semejantes a los que pronunciaron en su día los frenólogos; pero también es bueno el recordar dos puntos. El primero de ellos es el trabajo pionero de F. J. Gall, en el que afirmó que ciertas áreas del cerebro presidían determinadas características, y que precedió casi en un siglo al descubrimiento de Broca, y luego el de Wernicke, que postulaba que ciertas áreas *controlan* diversas características. El segundo punto es que la deficiencia mental de Down *está* asociada a pliegues oculares típicos, una estructura diferente y a impresiones palmares no menos diferenciadas. Si una anomalía mental se manifiesta en la mano, es más que posible que otras también lo hagan. Después de todo, de una u otra forma, la mano y el cerebro evolucionaron juntos. Un defecto en uno de ellos puede ir asociado a una anomalía en el otro. En el año 1934, Julian Huxley escribió: «Sólo en el hombre están perfectamente coordinados la mano y el cerebro. Un niño pequeño utiliza sus manos de un modo muy parecido a un mono, pero en cuanto el cerebro se desarrolla, pronto es capaz de obligarlas a hacer su voluntad.» Nuestra conclusión es que, a excepción de muy pocas personas que son ambidiestras, aplicamos nuestro ingenio, en su mayor parte, utilizando nuestro cerebro y una mano. Probemos de hacer cualquier cosa con la mano no dominante, y el resultado tiene tanto talento artístico como las antiguas herramientas de guijarros del primitivo *Homo habilis*. Nuestra mano más hábil trabaja en un orden de aptitudes bastante diferentes; en realidad, equivalente a la diferencia existente entre un cuchillo de guijarro y una delicada cabeza de flecha, de aguzada punta, del neolítico. Tal vez fue la habilidad dominante de una mano sobre la otra el paso vital para una destreza capaz, más que la destreza conducente a la habilidad manual.

Evolución cultural

Se ha dicho en contra de los negros de África que nunca han producido un científico; pero ¿qué clase de científico podría ser, cualquiera que no tuviera pesos ni medidas, reloj ni calendario,

ni ningún medio para registrar sus observaciones y experimentos? Y si se pregunta por qué los negros no inventaron esas cosas, la respuesta es que tampoco lo hizo ningún europeo...

Así hablaba Lord Raglan, comentando la presunción existente, por descontado entre europeos, de que sus antepasados habían creado estos objetos, o bien si inexplicablemente no lo habían hecho, algún sucesor lo habría llevado a cabo, inventando la rueda, la regla, el telescopio o cualquier otro utensilio sencillo. No obstante, los inventos no llegaron con tanta rapidez. La humanidad está constituida por hábiles adaptadores, más que por inventores. Por ejemplo, el globo hubiera podido volar centenares de años antes de que se elevara por primera vez por los aires en 1783; se disponía de los materiales desde hacía mucho tiempo. Los planeadores hubieran podido volar bastante antes de finales del siglo XIX, cuando se dieron los primeros pasos prácticos.

De mayor importancia aún que la simple inventiva es el ambiente o el clima de la época. La razón, proseguía Lord Raglan, por la que ni Europa ni África crearon estos objetos se debe a que «las condiciones extraordinarias y tal vez únicas que hicieron posible su invención estaban ausentes». Mesopotamia gozó de esas condiciones varias veces a lo largo de su historia. Lo mismo ocurrió con la Italia del Renacimiento. Y así también Inglaterra cuando llegó su momento. Pero no siempre fue así. «No toméis vuestros esclavos en Bretaña, ya que son tan estúpidos y tan manifiestamente incapaces de aprender nada de lo que se les enseña, que no son dignos de formar parte del patrimonio de Atenas», indicaba Cicerón un milenio y medio antes de que Bretaña se lanzara a conseguir esclavos de una gran parte del mundo, mientras creaba el mayor imperio existente.

El lento progreso técnico del *Homo* en los tiempos primitivos debe significar que, o bien era tremendamente incapaz de adquirir información y experiencia, o bien era también incapaz de transmitir lo que había aprendido a sus descendientes. Una vez hubieron transcurrido aquellos tiempos, cuando el saber

pudo adquirirse y transmitirse, la aceleración resultó prácticamente inevitable. (Los aborígenes australianos y los tasmanos son los más responsables para esta cualificación.) El hecho más notable es que esta unión de adquisición y herencia sólo se verificó a un determinado grado, mucho tiempo después de que el hombre hubiera alcanzado su tamaño cerebral moderno. Éste es el mayor acertijo de nuestra evolución. Hemos adquirido la sabiduría para dar comienzo a las ciencias, y en última instancia para exterminarnos a nosotros mismos, a través de la caza y la recolección como hacían los monos, pero resultamos algo diferentes. En el pasado, numerosas especies se han extinguido debido al excesivo, y de alguna manera inexplicable, aumento de tamaño de algún órgano. En el caso de la humanidad, el extraordinariamente desarrollado, y no más comprensible cerebro, anterior puede ser también el medio de nuestro exterminio. A diferencia de cualquier otro desaforado aumento de tamaño, como el volumen o la cornamenta, el cerebro humano no sólo es capaz de destruir a su propia especie, sino así mismo a cualquier otra.

II. ANATOMÍA ANIMAL

*Cuanto más atrás podáis mirar, más lejos podréis mirar
hacia delante*

Winston Churchill
(al dirigirse en 1944 al Real Colegio de Médicos)

El hecho de que haya 15.000 millones de células nerviosas en el cerebro humano puede ser descorazonador para todos, pero puede resultar desconcertante para los científicos. Por ello, no debe sorprendernos que muchos investigadores se hayan dedicado al estudio de especies neurológicamente menos dotadas. Por ejemplo, la lombriz parásita intestinal *Ascaris*, posee precisamente 162 células en su cerebro, nunca más ni menos. (Este hecho, descubierto por el biólogo alemán Richard Goldschmidt en 1912, fue ignorado durante muchos años, siendo de alguna manera una prueba de su importancia.) El *Ascaris* vive sin complicaciones, pero no obstante puede aprender, posee memoria y actúa según la información recibida. Su capacidad mental es modesta en comparación con la del *Homo sapiens*, pero proporcionalmente se arregla muy bien, con sus 162 células frente a nuestros 15.000 millones.

La abeja, muy admirada por su laboriosidad, es más lista que el *Ascaris*, e incluso recibe algunas reverencias por nuestra parte, ya que puede llevar a cabo algunas labores de las que no somos capaces. Su sistema nervioso posee unas siete mil neuronas (por lo que el nuestro es dos millones de veces más privilegiado), con lo que la abeja puede:

- Realizar un difícil conjunto de tareas en la colmena: construir el panal, cubrirlo, alimentarse, limpiar, ventilar, reparar, sellar.
- Exhalar un olor, especialmente respecto a otras abejas, amistoso o no.
- Aprender el ángulo del Sol, entre 2 y 3°.
- Detectar colores, del ultravioleta al amarillo.
- Saber la hora del día, dentro de unos límites de treinta minutos con la hora del momento.
- Estimar el peso del polen que lleva.
- Señalar un camino, tomando nota de la iluminación del cielo, de los accidentes del paisaje y de los olores que encuentra.
- Estimar la distancia recorrida.
- Regurgitar el alimento en el punto adecuado de la colmena.
- Medir la frecuencia de los movimientos de danza, y por ello saber/aprender la distancia del suministro de alimento.
- Establecer una correlación entre el ángulo del Sol, o la parte más iluminada del cielo, y la dirección de la vertical cuando la danza se efectúa sobre una colmena vertical (probablemente, mediante el peso de las antenas).
- Compensar los rodeos durante el vuelo, es decir, proporcionar las distancias verdaderas de la fuente de miel, ya que nunca se puede realizar un vuelo realmente directo.
- Reconocer los sonidos característicos emitidos por otras abejas.
- Reconocer y atacar a un enemigo.

Todo esto se lleva a cabo con un cerebro de 0,74 milímetros cúbicos. (Las reinas tienen un cerebro ligeramente menor —0,71 milímetros cúbicos— que el de las obreras, pero el de los zánganos es considerablemente mayor —1,175 milímetros cúbicos— debido principalmente a los grandes lóbulos ópticos probablemente relacionados con la localización de la abeja reina en su vuelo nupcial.) Algunos de los logros de las abejas, como los relacionados con el vuelo y la transmisión de su información resultarían difíciles incluso para el hombre. Además, en su breve vida de algunas semanas, las abejas tienen que cambiar dos veces de actividad, ya que pasan de la crianza a la edificación y de ahí a la busca de alimento. Todo esto se lleva a cabo mediante el número de células nerviosas que el feto

humano fabrica, más o menos en el tiempo que a un adulto le lleva decir *Apis mellifera*.

Aunque modestamente equipada, desde nuestro henchido punto de vista, la abeja posee un complejo nervioso demasiado grande para numerosos tipos de estudios científicos. De ahí nuestro interés por el gusano nematodo *Ascaris*. Sus 162 células nerviosas no solamente constituyen un número manejable, sino que se distribuyen por su cuerpo de forma aún más manejable, principalmente en forma de haces o ganglios. El recuento total de células se compone de:

Ganglios papilares subdorsales	7 de 2 células cada uno	14
Ganglios papilares subventrales	7 de 2 células cada uno	14
Ganglios papilares laterales	4 de 2 células cada uno	8
Ganglios anfidios	11 de 2 células cada uno	22
Ganglios laterales internos	11 de 2 células cada uno	22
Ganglios laterales externos	13 de 2 células cada uno	26
Anillo nervioso perientérico		4
Ganglio dorsal		2
Ganglios subdorsales	2 de 2 células cada uno	4
Ganglio ventral		33
Ganglio retrovesicular		13
		<hr/> 162

En el *Ascaris*, aparte de este número exacto que compone el sistema nervioso central, existen noventa y dos células más en el interior de la estructura de la cola y del sistema entérico, que forman una red periférica. La cifra global de 254, y siempre de 254, ofrece una agradable sencillez, especialmente para quien ha estado previamente intentando comprender el sistema nervioso humano. Los estudios realizados con gusanos no han intentado comparar a la humanidad con este sencillo animal. La verdad es que los dos tipos de sistema nervioso central se encuentran en los dos polos opuestos, con una capacidad intelectual en ambas especies a niveles bastante diferentes. Más bien al contrario, la investigación intenta descubrir semejanzas en ambos sistemas, puesto que realmente existen. Inicialmente, no parece haber diferencias básicas en cuanto a

función, química o estructura entre las neuronas y las sinapsis del hombre y las del *Ascaris*, o de muchos otros invertebrados, como los moluscos. Por ello, los hechos descubiertos acerca del control nervioso, digamos del caracol, pueden tener un significado más amplio y resultar para nosotros de una gran importancia.

Por ejemplo, el latido del corazón humano está regulado por varios miles de células nerviosas o neuronas. Esta única y sencilla actividad es modulada por la acción inhibitoria de numerosas neuronas del nervio vago y por la acción estimuladora de muchas otras neuronas del nervio acelerador. El gran caracol marino *Aplysia* tiene también un corazón que late espontáneamente. También su actividad está modulada por neuronas a la vez inhibitorias y estimuladoras, pero solamente tiene cuatro y no varios miles. Hay dos células que estimulan su corazón, de las que sólo una es importante, y dos que lo enlentecen. Existen tres células más que controlan la constricción de los vasos hemáticos, ajustando la presión sanguínea. Por ello, la circulación sanguínea es organizada por sólo siete células; pero el sistema es incluso mejor que eso. Después de algunos estudios realizados en 1938 sobre el cangrejo de río se sabe que existen algunas células dominantes capaces de organizar una secuencia completa de comportamiento. También se sabe ahora que el corazón de *Aplysia* tiene una de estas células. Sólo mediante su acción y a través de las otras seis neuronas implicadas, el corazón es responsable de un aumento del riego sanguíneo. En lugar de preocuparse por los varios miles de células de control del corazón humano, el interés podría reducirse a una única célula, o incluso hasta siete, para intentar comprender cómo un órgano semejante puede llevar a cabo la misma actividad de bombeo de más (o menos) sangre a través de un cuerpo. Los caracoles y otros moluscos han proporcionado muchísima información acerca de sus sistemas nerviosos, y por lo tanto también acerca del nuestro.

Otros invertebrados. Un sistema nervioso regula e inicia, con lo que puede imponerse un aprendizaje en esos dos

puntos en especial. No obstante, es difícil determinar a qué nivel del reino animal aparece por vez primera dicho sistema. Los protozoos, animales de una sola célula, presentan a menudo cilios bien controlados, pueden retirarse de un estímulo desagradable, avanzar hacia el alimento, esquivar obstáculos y en general comportarse mayormente como animales superiores, pero el acuerdo científico es de que carecen de sistema nervioso. Desplazándonos hacia arriba en el reino animal, los poríferos o esponjas son animales multicelulares, pero todavía sumamente simples. Carecen de verdaderas células sensoras o células nerviosas y sus respuestas a estímulos externos no requieren ninguna disposición especializada de conducción. Por consiguiente, se supone que ellos tampoco tienen sistema nervioso.

No ocurre lo mismo con los celenterados, los animales más simples con una cavidad de un solo cuerpo (o enteron). Lo que ellos poseen como sistema nervioso no resulta fundamentalmente diferente del de los animales superiores, ni en cuanto a sus elementos estructurales o a los funcionales. Por lo tanto, se considera que disponen del más sencillo sistema nervioso verdadero. Incluso en estas formas inferiores de la creación, la velocidad de transmisión del impulso es dirigible, siendo de quince centímetros por segundo en el tallo de *Tubularia*, de veinte centímetros por segundo para la retracción de los pólipos en *Tubipora*, y de cincuenta centímetros por segundo para la contracción natatoria de la medusa *Aurelia*.

Subiendo aún más hacia arriba en el reino animal hasta alcanzar los platelmintos, el grupo inferior de animales multicelulares con simetría bilateral, encontramos ya un sistema nervioso central bien desarrollado. Éste consiste en un cerebro diferenciado junto con una serie de cordones nerviosos longitudinales. Considerando el tamaño del platelminto medio, el cerebro no resulta despreciable, ya que, por ejemplo, en un *Notoplana* de veinte milímetros (casi una pulgada) mide $700 \mu \times 1.300 \mu$ (o aproximadamente 1 milímetro cuadrado). Si se elimina un cerebro así (o ganglio principal), el animal sobrevive, pero se vuelve más lento. Viaja a menor velocidad,

reacciona con menos viveza al alimento, su visión es menor y en general resulta menos hábil de lo que solía ser.

Tal vez debería definirse la palabra cerebro, ya que se puede considerar que estos animales primitivos no pueden poseer un órgano de nombre tan prestigioso. Tomado de un libro sobre sistemas nerviosos de los invertebrados, el cerebro es

el mayor ganglio superior, especializado y más rostral (cercano al extremo frontal) del sistema nervioso central. No es necesariamente la mayor masa nerviosa, pero si el ganglio no está suficientemente diferenciado en cuanto a tamaño, o si está demasiado alejado de una cabeza diferenciada, no se utiliza el término cerebro.

En otras palabras, como podría definirlo cualquier escolar, es la gran masa de tejido nervioso que se encuentra en la frente o en el extremo de la cabeza. Esto es cierto para el hombre, para el gusano y todas las criaturas que se encuentran entre ellos. Todos están equipados con cerebros.

Los nemertinos, que son principalmente gusanos marinos, representan otro avance. Poseen un cerebro diferenciado, pero en lugar de un conjunto de cordones longitudinales que parten del mismo hacia atrás, solamente existen dos. La eliminación de este cerebro provoca un trastorno definitivo del sistema ciliar y del sentido de orientación del animal. Los nematodos o gusanos redondos, como el ya mencionado *Ascaris*, poseen un cerebro menos diferenciado que los nemertinos, pero su sistema nervioso central, con sus diversos ganglios, es más preciso. No existe un ganglio único con predominio sobre cada célula nerviosa del animal, pero los diversos ganglios distribuidos por el cuerpo desempeñan el papel de un cerebro concentrado.

Avanzando de nuevo hasta los anélidos (gusanos con segmentos anillados), encontramos que poseen un par de ganglios supraesofágicos, equivalentes a un cerebro, así como una distribución escaleriforme de otros ganglios que corren a lo largo del cuerpo, un par por segmento. A diferencia de los verte-

brados, pero igual que todos los artrópodos (los animales más numerosos sobre el planeta), esta columna longitudinal es pareada más que simple, y ventral más que dorsal. La primitiva lombriz de tierra *Lumbricus*, no es primitiva neurológicamente, por lo menos si se la compara con el estudiadísimo caracol *Aplysia* (162 células) o con el nematodo *Ascaris* (254 células). Durante la incubación, la lombriz de tierra posee 6.000 células nerviosas, que aumentan a 10.000 cuando ha alcanzado la madurez cuatro meses más tarde. Esta cifra tan elevada significa que el sistema de la lombriz de tierra no ha sido estudiado en profundidad, siendo la cifra de sus células sesenta veces superior a las de la *Aplysia*, y a estas alturas parece raro que alguien se haya ocupado en contar estas cosas. Después de todo, no es la parte más fácil, atractiva o gratificante del estudio. El narrador tal vez más prolífico, que merece más crédito y cuyo nombre aparece una y otra vez en los libros sobre neurología de los invertebrados, fue F. Ogawa, que durante la década de los años treinta parecía dedicar cada minuto de su tiempo a sumar estas células.

El número superior de células nerviosas de la lombriz de tierra (por encima, digamos de los celentéreos) se asocia a una mayor capacidad. Las fibras laterales gigantes de la lombriz pueden conducir los impulsos a una velocidad entre siete y quince metros por segundo, mientras que sus fibras mediales los pueden conducir a una velocidad entre quince y cuarenta y cinco metros por segundo. Ello representa como máximo cuarenta y dos metros por segundo o cerca de ciento sesenta kilómetros por hora, lo que sitúa esta velocidad de conducción entre las más rápidas de todos los invertebrados. En comparación, los nervios de la medusa *Aurelia* pueden conducir los estímulos a una velocidad de cincuenta centímetros por segundo o de 1,8 kilómetros por hora. En la lombriz existen numerosos de los llamados racimos celulares sensitivos —686 por milímetro cuadrado (con lo que vuelve a ser fácil asombrarse por estas cifras). No obstante, su cerebro, formado por esos dos ganglios supraesofágicos, carece del *status* de un cerebro vertebrado. Si se elimina dicho cerebro, las capacidades de la lombriz

quedan disminuidas más que mutiladas. Se alimenta entonces y horada la tierra más lenta y torpemente. Mantiene su cabeza en alto y está inquieta. Incluso caerá dentro de un hueco en lugar de sortearlo. No obstante, estos gusanos descerebrados todavía pueden enderezarse, practicar un coito y aprender un camino en un laberinto.

Los artrópodos, es decir, invertebrados con cuerpo segmentado y extremidades articuladas constituyen un grupo mixto desde el punto de vista neurológico. Las arañas poseen menos células nerviosas que los insectos, y los insectos menos que los crustáceos. En los artrópodos más dotados se encuentran hasta 100.000 células nerviosas, que es el número de ellas que el feto humano desarrolla en un minuto. El sistema nervioso central general de los artrópodos es ciertamente complicado, desde luego mucho más que el de los invertebrados inferiores, pero muchos actos reflejos no quedan afectados si se elimina el cerebro de los artrópodos. Por ejemplo, los grillos y cucarachas aún pueden caminar con normalidad tras esta operación. Aún pueden limpiar sus patas, pero al mismo tiempo pueden mordérselas ocasionalmente, porque no las reconocen. El tipo de cerebro de los artrópodos viene determinado por el estilo de vida del animal. Las libélulas poseen un cerebro dominado por unos grandes centros ópticos que ocupan casi el 80 % del espacio. Los lepidópteros, o mariposas y polillas, también tienen un gran predominio visual y solamente una pequeña aptitud olfatoria. Así pues, sus lóbulos ópticos y olfatorios ocupan respectivamente un 80 y un 2,3 % del espacio.

Los órganos de los sentidos de los insectos son muy variables, observándose estatocistos, quetas crurales y antenas, así como los detectores más corrientes de luz y sonidos. El número de células existentes en cada órgano sensorial también varía, oscilando entre uno y varios centenares. Algunos de los órganos timpánicos de los lepidópteros tienen de dos a tres neuronas, otros centenares de ellas. Las cifras más reducidas indican la poca importancia del sonido para estas especies. El olfa-

to suele ser mucho más crítico, especialmente en el caso de mariposas macho, que pueden detectar el olor de las hembras a casi dos kilómetros de distancia. (Debe cifrarse a unos pocos centímetros en el caso del hombre, excepto que se haya aplicado un perfume artificial, en cuyo caso la distancia se amplía a... un par de metros.) Los cuerpos pedunculados de las hormigas (en realidad sus cerebros) son relativamente más grandes en las obreras, intermedios en las reinas, y menores en los machos. Las hormigas soldado tienen una cabeza mucho mayor, pero incluso así, presentan cuerpos pedunculados menores que las obreras comunes. Las termitas soldado tienen un cerebro de la mitad del tamaño que el de las castas obreras. Una ventaja enorme de los artrópodos de cara a los científicos es que se puede practicar cualquier cosa —eliminar los ojos, cortar los nervios, extirpar los cerebros— con fines experimentales.

Cualquiera que sea su organización nerviosa, los artrópodos constituyen indudablemente un grupo afortunado. Lo mismo puede decirse de sus superiores, los moluscos. Existen más especies vivientes de moluscos —104.000— que tipos vivos de vertebrados, desde los peces hasta el hombre. Se observa una gran variación en el tamaño de los moluscos, pero también hay una gran disparidad en el tamaño del cerebro en relación al peso total del cuerpo. Un pequeño caracol de 8,5 g (0,33 de una onza) tiene un cerebro del 0,015 % de su peso corporal. Un caracol de tamaño doce veces superior dobla la proporción del cerebro. Un pulpo de 300 g (alrededor de 10 onzas) tiene un cerebro del 0,1 % de su peso corporal, y la capacidad del pulpo refleja este aumento proporcional. El lóligo, un calamar, supera incluso al pulpo, ya que su cerebro representa el 0,35 % de su peso (frente al 2 % en el hombre y el 4 % en algunos monos). En estos seres predominan los lóbulos ópticos, resultando mucho mayores que el resto del cerebro (2,68 veces en el lóligo). Algunos, como el calamar *Pyroteuthis* son aún mucho más desproporcionados. Sus lóbulos ópticos resultan, aproximadamente, cuatro veces superiores al tamaño del resto de su cerebro.

El atractivo que los invertebrados tienen para los neurólogos reside en su sencillez neural. No todas las características avanzadas de los sistemas nerviosos superiores se dan cita en ellos, pero cada vez se está estableciendo con mayor claridad que los aspectos básicos de todos los sistemas nerviosos pueden observarse en las actividades de apenas unas cuantas neuronas de invertebrados. En otras palabras, los seres humanos aprenden y recuerdan del modo más desconcertante, pero existen numerosos animales pequeños que aprenden y recuerdan de modo semejante, pero con una dotación muy inferior. En lugar de millones de neuronas (o células nerviosas) puede haber media docena ejerciendo la misma función. Podremos comprender completamente un caracol como *Aplysia* mucho antes de comprender al hombre, pero el caracol nos ayudará a encaminarnos del mismo modo, ya que los invertebrados se encuentran en el camino de la evolución superior.

Los invertebrados poseen cerebros y nervios de una forma aparentemente aleatoria. La línea del desarrollo evolucionista no está clara, especialmente debido a la existencia de tantas líneas. Con la llegada de los vertebrados se presenta un aparente sentido de objetividad, ya que el pez conduce a los anfibios, los anfibios a los reptiles, y los reptiles a las aves y a los mamíferos. Se observa un desarrollo gradual del corazón, de la locomoción, del esqueleto, y la misma progresión lógica resulta igual de franca con el sistema nervioso central.

El *Amphioxus* es un ser marino amado por los zoólogos, ya que constituye una indicación viviente de un probable antepasado vertebrado. Es un cordado, lo que significa que en algún estadio posee un notocordio. Esta varilla esquelética situada a lo largo de la espalda, detrás del cordón nervioso es un precursor de la columna vertebral de los vertebrados, tal como el cordón nervioso del *Amphioxus* es un precursor de la medula espinal de los vertebrados. Incluso considerando que se trata de un animal extraordinariamente primitivo según el patrón de los vertebrados, posee no sólo un nervio dorsal sino también un cerebro anterior dividido en tres partes —anterior, media y

posterior. Un embrión humano de tres semanas presenta un cierto parecido con el *Amphioxus*, aunque cabe discutir si las semejanzas son mayores que las diferencias.

Los ciclóstomos, como las lampreas, son algo menos primitivos. Carecen de mandíbulas, pero en su forma adulta son pisciformes, y cuando aún son larvas se parecen al *Amphioxus*. Se consideran como el siguiente peldaño de la escala, y su cerebro apoya esta suposición. En una lamprea se encuentran tanto bulbos olfatorios como hemisferios cerebrales que se proyectan hacia delante desde el cerebro anterior, siendo los primeros pasos que pueden llevar eventualmente a los desarrollados hemisferios del cerebro humano. Ambos pares de desarrollos sólo están implicados en el sentido del olfato, y no se observa engrosamiento alguno en la bóveda de los hemisferios cerebrales, que tan vitales resultan en la formación del importantísimo córtex de los vertebrados superiores. En la lamprea, el cerebro posterior y el cerebelo adosado son los que realizan la mayor parte de las funciones del cerebro. Por así decirlo, los tiempos del cerebro anterior están aún lejos de nosotros.

Los peces óseos —los teleósteos— son los peces más numerosos, tanto en individuos como en especies. Viven en una gran variedad de condiciones, pero, a pesar de su proliferación y la notable distorsión del cerebro y de la forma de pez, todo son variaciones sobre el mismo tema. Todos los peces, cualquiera que sea su forma, son al final peces, y sus cerebros sólo se alteran en el interior de un estereotipo. En ocasiones, los bulbos olfatorios están notablemente desplazados hacia delante del cerebro principal, conectando con el mismo a través de tallos largos (como en el caso de la carpa), y en otras están estrechamente adosados al cerebro (como en el esturión), pero el cerebro en sí es muy semejante. Hasta cierto punto, es posible hacerse una idea del estilo de vida de un pez examinando su sistema nervioso central. Por ejemplo, el cerebelo varía de tamaño según la actividad muscular de la especie de pez, siendo pequeño en los ciclóstomos, frecuentemente lentos y a menudo parasitarios, y grande en el tiburón eternamente activo y buscador.

En los anfibios, el siguiente escalón por encima de los peces, no se observa ningún cambio espectacular en el cerebro, por lo menos nada en comparación con la revolución que representa pasar del agua a tierra. El control del cuerpo todavía se efectúa, por así decirlo, a popa del cerebro anterior, y los hemisferios cerebrales aún están muy implicados en el sentido del olfato. Una rana puede seguir con casi toda normalidad si se eliminan estos hemisferios. No obstante, ya muestran algunos signos de su creciente importancia en la evolución de los vertebrados. Tanto la parte superior como la inferior de los hemisferios han empezado a constituir centros de correlación, y aunque todavía no sean vitales para la existencia de la rana representan un avance estratégico, a pesar de que la mayor parte del comportamiento de los anfibios difiere poco del de los peces.

Desde el punto de vista intelectual, un reptil puede no parecer mucho más adelantado que un anfibio, pero el cerebro de los reptiles es notablemente diferente, sobre todo por sus hemisferios cerebrales y su cerebelo. Este último es mucho mayor, aunque no tan grande como el de las aves o los mamíferos, y los hemisferios cerebrales de los reptiles están mucho más diferenciados, continuando con el proceso iniciado por los anfibios. No obstante, como los reptiles conducen tanto a las aves como a los mamíferos, el cerebro anterior de los reptiles evolucionó en dos direcciones distintas. La primera, con lóbulos (basales) grandes en la pared lateral de cada hemisferio, condujo a las aves; y la segunda, con paredes cerebrales más delgadas y un córtex más complejo, condujo a los mamíferos. Las tortugas contribuyen a confundir esta claridad, ya que poseen un poco de cada una de estas líneas de desarrollo, siendo las tortugas los más comunes de todos los reptiles. Los más específicos son los cocodrilos y los caimanes, que poseen lóbulos basales muy grandes, que los sitúan muy claramente en el lado de las aves en la evolución de los reptiles. El hecho de que el cerebro de los reptiles constituya un avance respecto al de los anfibios, y el de los anfibios lo sea respecto al de los peces, no significa que el cerebro de los reptiles pueda desconcertar al

anatomista de los peces. Sigue estando espectacularmente en el camino del diseño básico de los vertebrados. Su bulbo raquídeo, cerebelo, cerebro medio y hemisferios cerebrales pueden identificarse todos fácilmente y distinguirse. Desde el punto de vista del cerebro un reptil no es más que una forma avanzada de pez.

Una característica peculiar de los reptiles es que tanto el *Sphenodon*, un miembro primitivo del grupo, como las lagartijas poseen un tercer órgano visual en la parte superior de sus cabezas. Esto requiere una explicación. Todos los vertebrados poseen un par de excrecencias de la bóveda del cerebro anterior, y una de éstas —en general la protrusión de la derecha— forma el órgano pineal. El hecho de que esta estructura reciba varios nombres como ojo pineal, cuerpo pineal, órgano pineal y glándula pineal no es más que el reflejo correcto de su forma y papel variables a través de la evolución de los vertebrados. En los elasmobranchios, como los tiburones y las rayas, existe un cuerpo pineal, pero ya no parece un ojo, como ocurre con las lagartijas. El elemento pineal está ausente en casi todos los peces superiores. Está presente en los anfibios, y en algunos de ellos posee células sensoriales. También existe en las aves y los mamíferos, pero en ellos ni posee células sensoriales ni se parece a un ojo. No obstante, como existe en todos los reptiles excepto en los cocodrilos, tiene la estructura de un ojo en el *Sphenodon* y en las lagartijas, y reaparece de alguna forma en las aves y en los mamíferos, este extraño conjunto de hechos que rodean a una estructura plantea más preguntas de las que resuelve. ¿Se trata de un órgano primitivo, desarrollado por primera vez en los vertebrados más primitivos, y conservado (en parte) desde entonces?, ¿o se trata de una necesidad repetitiva durante la evolución de los vertebrados en algún tipo de ojo/órgano medial, total o parcialmente satisfecha, por completo en las lagartijas, parcialmente entre los anfibios y de una forma bastante diferente en las aves y en los mamíferos? Por ahora, no hay respuesta. El cerebro de las aves no se encuentra en la verdadera línea que conduce al hombre, pero requiere una mención. Todavía se parece mucho al de los repti-

les, pero donde difiere más notoriamente es en los hemisferios cerebrales. En el fondo del cerebro, los lóbulos ópticos y el cerebelo también se han ampliado, como corresponde a una criatura que es activa y ve bien. En realidad, el cerebelo se proyecta tanto hacia delante, y los hemisferios cerebrales lo hacen tanto hacia atrás, que se encuentran tapando virtualmente el cerebro medio. La antigua simplicidad visible de los peces está desapareciendo. Los mamíferos también poseen hemisferios cerebrales ampliados, pero la causa de este incremento es bastante diferente entre los mamíferos y las aves. En las aves, la estructura aumentada es el núcleo basal (o cuerpo estriado); en los mamíferos, es el córtex. En realidad, el aumento de volumen de los hemisferios de las aves se lleva a cabo a expensas del córtex. Se desconoce de qué forma está organizado el cuerpo estriado de las aves, y qué función tiene cada una de sus partes, pero las aves, a diferencia de los mamíferos, pueden vivir todavía si se eliminan sus hemisferios cerebrales. Pueden volar, correr y picotear sin ellos, pero en cambio no pueden construir un nido, aparearse o cuidar de sus crías. (La gallina que sigue corriendo con la cabeza cortada es un hecho de poca duración. La cirugía que elimina sólo los hemisferios no impide que las aves sigan viviendo por un año o más.)

El cerebro de los mamíferos presenta, como su mayor diferencia frente al de los reptiles, un enorme desarrollo de sus hemisferios cerebrales. Éstos tienden no sólo a eclipsar visualmente al resto del cerebro, sino que hacen que resulte fácil olvidar otros cambios importantes que también se han producido. Por ejemplo, el cerebelo de los mamíferos es mucho mayor y más complejo que el de otros vertebrados, en parte porque la locomoción de los mamíferos es mucho más complicada. Por el contrario, el cerebro medio ha perdido una gran parte de su papel anterior, ya que las tareas visual y auditiva han sido ampliamente asumidas por los hemisferios cerebrales. El bulbo raquídeo está menos modificado, tal vez porque sus papeles tradicionales de vertebrados aún se desempeñan, como la respiración, la circulación de la sangre y el control fisiológico básico del cuerpo.

El cerebro anterior no sólo está compuesto por los hemisferios cerebrales, y la parte conocida con el nombre de diencéfalo se ha modificado de muchas formas desde el modelo de los reptiles, sino que todas estas alteraciones quedan ensombrecidas por la diferencia más espectacular existente entre los mamíferos y los vertebrados inferiores, es decir el incremento en tamaño y en funciones de los hemisferios cerebrales. Como resultado de su dominancia en los mamíferos, controlan casi todas las actividades, quedando sólo las acciones involuntarias fuera (con mucho) de su control. En los hemisferios existen áreas localizadas que están específicamente relacionadas con sentidos y músculos, y las llamadas áreas silenciosas. La estimulación artificial de estas últimas no evocan respuestas particulares, pero una gran parte de los lóbulos frontales, con una elevada proporción en los mamíferos superiores, está formada por esta zona silenciosa.

«La evolución de los hemisferios cerebrales constituye la historia más espectacular de la anatomía comparada» escribía Alfred S. Romer, de Harvard, decano de los autores de textos sobre vertebrados. Y así es, incluso si los poseedores de estos hemisferios están expresando esta opinión. La creación de la piel de un rinoceronte, del colmillo de un elefante o de la masa de una ballena azul resulta también impresionante; sólo que el desarrollo del cerebro es más notable. No es tanto la masa cerebral lo que resulta impresionante, sino el nivel y el grado de organización que se encuentran en él. Un colmillo de elefante, por muy tremendo que parezca, no es más interesante que un simple diente. Su masa puede pesarse y medirse, pero eso es todo. La complejidad interna del cerebro humano resulta mucho más interesante, y es todavía, en su mayor parte, poco entendida. Algunas de las vías nerviosas, conexiones y áreas están actualmente bien “cartografiadas” y estudiadas, pero las zonas silenciosas están menos exploradas. En su interior reside una gran parte de la sabiduría del hombre, de su imaginación, de su premeditación, de su compasión, y muy diferenciada su pasión por la vida, el arte, la meditación, la inventiva y la desesperación.

Y de alguna manera, todo esto ha surgido de la elemental red nerviosa de los celenterados, de los ganglios más avanzados de los últimos invertebrados, del fotocalco vital del cerebro de los cordados, y de su desarrollo regular a través de los peces, anfibios, reptiles y mamíferos, hasta el hombre. La historia resulta tan lógica, que parece preordenada, como si la evolución siguiera un propósito, un destino predeterminado desde el mismísimo inicio. Si ello puede creerse, o discutirse, se debe llegar a la presunción de que cualquier otro final también está determinado, tanto el colmillo del elefante, como la gran masa de la ballena azul. En el contexto de la creación, cada desarrollo tiene su propia fascinación, pero lo que resulta inevitable es que estemos especialmente asombrados por nuestras propias características más notables. No hay otra criatura que tenga un cerebro como el nuestro. El cerebro de un elefante es de tres a cuatro veces mayor, el de una ballena puede llegar a serlo hasta seis veces, pero por el momento, no hay otro sistema nervioso (hasta donde podemos juzgar por el nuestro) que tenga la complejidad, la capacidad y el ingenio del cerebro humano. No debe extrañar el que estemos de acuerdo con Romer, en su aserto de la «historia más espectacular». De hecho, podemos proseguir añadiendo que no hay nada semejante en el Universo. Por algún lado fuera de aquí debe haber cerebros mejores, pero por ahora no los hemos encontrado (y suponemos que ellos tampoco nos han encontrado a nosotros). Hasta que ese día amanezca, el cerebro del *Homo sapiens* es desde luego el logro más extraordinario de todos.

III. DESARROLLO

Debo tener una cantidad asombrosa de mente: a veces me lleva hasta una semana el ordenarla.

Mark Twain

Lo que resulta chocante es cómo la adecuada reunión de las partes logra dotar al instrumento con las extraordinarias propiedades que residen en el cerebro.

Stephen W. Kuffler y John G. Nicholls
en *From Neuron to Brain* (1976)

Embriología. «Ningún tejido en evolución ha recibido tanta atención como el tejido nervioso en desarrollo.» Esta afirmación, tan frecuentemente reiterada, podría hacernos creer que en la actualidad este proceso está completamente comprendido. En un sentido, está comprendido. Se sabe cuándo y dónde las primeras células embrionarias forman la base de todo el tejido nervioso, cuándo éste se convierte en tubular, y dónde se desarrolla este sistema nervioso central fundamental para formar el cerebro, la medula espinal y la red nerviosa. En otro sentido, el más curioso de los dos, se sabe el cómo y el porqué de todo esto, cuando en realidad es (casi) aún tan desconocido como siempre lo ha sido. Los científicos hablan de caminos abiertos, de nuevos atisbos, de saltos hacia delante, pero en cambio el conocimiento sustancial acumulado hasta ahora es, se mire por donde se mire, extraordinariamente modesto. Ello es así, a pesar de que estemos fascinados por el sistema nervioso, incluyendo su desarrollo, y el hecho de que

lleva a cabo su desarrollo precoz en un lugar de lo más accesible y próximo a la superficie del embrión.

Los capítulos generales resultan muy fáciles, y están salpicados de párrafos de introducción. «Todo el desarrollo embrionario es el resultado de una ingeniería de precisión, y ninguna parte lo es más que el desarrollo del sistema nervioso.» «La forma en que los nervios se ajustan para lograr una conducta puede dividirse en dos partes: cómo trabajan estos circuitos nerviosos, y cómo se conectan correctamente durante el desarrollo.» «El modelo general de conexión —qué células nerviosas se unen a qué otras— resulta notablemente constante de un animal a otro, mientras que los detalles de la conexión —número específico y localización anatómica de la conexión— resulta bastante variable.» «Lo fascinante del embrión es que controla su propio desarrollo. Puede finalmente comportarse como lo hace porque dispuso sus nervios del modo que lo hizo.» Cada embrión sabe desde el principio dónde, cuándo y qué debe hacer.

Después de la concepción, las primeras escasas divisiones celulares no muestran señal de sistema nervioso. Y no obstante, aparece precozmente. O bien antes o inmediatamente después de que la gastrulación acabe, es decir, el proceso por el que se establecen por primera vez las tres capas primitivas —ectodermo, mesodermo, endodermo— ya existe una placa neural. Este precursor del tejido neural está formado a partir del ectodermo, la capa más externa del embrión, como era de esperar, ya que los sentidos, los nervios y el mundo exterior están todos asociados. Las células de esta placa cambian pasando de forma de un cubo a la de una columna, acompañándose este cambio morfológico de una modificación bioquímica ya que determinados enzimas se concentran en el neuroectodermo.

Al principio, al observar lo cambiante de la bioquímica, los investigadores buscaron la existencia de algún control químico. Los hechos descubiertos resultaron ser más complejos, de modo que comenzaron a investigar la posibilidad de una interacción entre varias sustancias. Aprendieron que el ectodermo no

se desarrolla por sí mismo, sino que es influido por el mesodermo, su capa embrionaria vecina. Así pues, se insertaron filtros con fines experimentales, para determinar lo que pasa de una capa a la otra, pero no obtuvieron mucho éxito. La dificultad principal residía en la ausencia de certeza acerca de qué es lo que se investigaba. ¿Es una sustancia química o es algún otro estímulo? (Incluso la lesión del ectodermo aún le permite «neutralizarse».)

En todos los casos determinadas células se diferencian para formar la placa neural. La totalidad del desarrollo es en esencia un proceso de diferenciación, y esto, dicho de otra manera, es una cuestión de restricción creciente. Para empezar, en teoría todas las células tienen el mismo potencial: cada una de ellas puede ser la progenitora de cada tipo de células del cuerpo. A medida que avanza la diferenciación, sus posibilidades se reducen, primero en capas primitivas, luego en sistemas que se originan de estas capas y finalmente una parte determinada de este sistema particular. Las ciento veinticinco mil células más o menos de la placa neural ya no son omnipotentes. Ahora son un ectodermo neural, restringido a crear alguna parte del sistema nervioso. Qué parte y por qué es otro enigma.

Después de su formación, la placa neural se convierte en una región engrosada del ectodermo. Aún es externa, y como todos sabemos, el sistema nervioso eventual se sitúa interiormente. Este proceso se inicia cuando la placa neural se convierte en el tubo neural. En los peces óseos (teleósteos), esto ocurre después de que la placa se haya hundido hacia el interior como un pliegue doble, resultando un tubo de este plegamiento. En todos los demás vertebrados, el mismo resultado final de un tubo se forma por enrollamiento hacia dentro dentro de la placa neural, hasta que los bordes se encuentran en el centro. Parece ser que en el interior de las células aparecen algunos microfilamentos, que luego se contraen y dan lugar al enrollamiento. Una vez que el tubo se ha formado, también comienza a diferenciarse, engrosando sus paredes, especialmente en el extremo de la cabeza (cerebro). Inicialmente, la mayor parte del crecimiento se debe a la proliferación celular

mediante división celular, pero esta multiplicación no dura mucho. En el pollito cesa (casi) tras ocho días y medio de incubación. Incluso en el hombre, mucho mejor dotado neurológicamente que el pollo, se detiene a los cuatro meses más o menos de su vida fetal. El hombre pesa en ese momento unos 25 g, y el pollito de ocho días y medio también es de un tamaño diminuto. En ambas especies, los cambios masivos que se producen después en el tejido de las células nerviosas se deben en gran parte al aumento de tamaño y a la forma de las células individuales. (Como ya no hay nuevas replicaciones, los cambios posteriores de tamaño y forma se deben a la migración y a la degeneración de las células.)

Después de la diferenciación llega la determinación. La diferenciación tiene lugar cuando las células, como el tubo neural, se distinguen de sus vecinas. Se convierten en un tejido bastante diferente, y aunque aparentemente en los primeros estadios son idénticas a las células vecinas, su destino es diferente. Una célula nerviosa situada al lado de una célula ósea, no es medio hueso, medio nervio: es una cosa u otra. No obstante, en los estadios precoces y cuando se está produciendo la diferenciación, es posible para un investigador manipular las células. El tejido neural puede convertirse en otros tipos de tejido si se le traspone adecuadamente. Después, aunque se le manipule, sólo puede convertirse en diferentes tipos de tejido nervioso. Todavía más tarde, haga lo que haga el experimentador, sólo puede convertirse en el tipo de tejido nervioso en el que está destinado que se convierta. Ha pasado a estar completamente determinado.

De alguna forma y siguiendo su proceso las diversas células cumplen su destino. El engrosamiento anterior del tubo neural se convierte en cerebro, y su centro hueco en ese extremo pasa a convertirse en los ventrículos. La cresta neural, un grupo de células destacadas en la formación del tubo neural (y situadas entre éste y la piel externa), constituye la base de una gran variedad de componentes nerviosos, como los ganglios espinales y craneales. De alguna manera también los axones se desarrollan a partir de las células nerviosas centrales y encuentran

su camino (casi) hasta cada una de las partes del cuerpo en desarrollo, desde el dedo gordo del pie hasta el dedo meñique. En el momento de su terminación, el sistema nervioso es, utilizando la frase de los embriólogos, el tejido más altamente modelado de todo el cuerpo. Si pudiera comprenderse su diferenciación, determinación y desarrollo, cualquier otra formación de tejido del cuerpo sería en comparación sencillísima.

Los vasos sanguíneos, por ejemplo, constituyen también una red compleja, pero no existe el mismo grado de especificidad en el sistema circulatorio. Cada arteriola debe estar comunicada con el corazón y cada vena debe conducir también al órgano central, pero en el caso de los nervios no existe este perfil tan amplio. Cada axón que abandona el ojo, por ejemplo, debe conectar con una célula diana precisa en el cerebro. La conexión de las arterias se parece a un sistema rural de conducción de agua: debe haber una red ramificada de tal modo que lo alcance todo con tubos pequeños y grandes. La conexión de los nervios podría compararse más bien al teléfono. Cada uno de los números conecta a cada casa sólo con una parte precisa del control central.

Por más de un siglo los neurocientíficos han estado investigando esta precisión tan detallada. El problema se ha enfocado desde los dos extremos del reino animal, desde las criaturas sencillas con sistemas simples, hasta las formas avanzadas cuya red nerviosa resulta más compleja, intrigante, curiosa y problemática. Ambos tienen sus protagonistas. Por ejemplo, la embrióloga Ruth Bellairs propugna el estudio de los organismos más complicados:

En el pasado, numerosos biólogos del desarrollo han considerado los sistemas biológicos más simples como los más apropiados para el estudio. No obstante, no parece que los principios básicos que se derivan del estudio del desarrollo de organismos simples puedan ayudarnos demasiado en la comprensión de los detalles acerca de la forma en que se presentan los complejos modelos del sistema nervioso.

En el otro extremo de la escala están los embriólogos William G. Quinn y James L. Gould, que recomiendan el estudio de una criatura unicelular: «El paramecio presenta un sistema en el que la electrofisiología, la química de membrana y la genética pueden aplicarse directamente para investigar a qué se parece un canal de conducción y cómo se abre y cierra.» Por lo menos para un espectador, lo más probable es que no haya ninguna estrategia sencilla que supere a la otra. Las soluciones científicas raras veces proceden de un enfoque único a un problema múltiple, pero con toda seguridad habrá animales de experimentación, grandes o pequeños, que proporcionen la respuesta adecuada a la cuestión de cómo se arregla cada protohombre para lograr su extraordinario sistema nervioso a partir de un solo óvulo fertilizado, que es el que inicia la historia.

Desarrollo fetal humano. Numerosos mamíferos, como los roedores, nacen de tres a cuatro semanas tras la concepción. Tradicionalmente, el niño pasa 266 días en el útero (ó 38 semanas, ó 8,75 meses). Este tiempo es más prolongado que en el caso de los monos, ovejas, cerdos, cabras, leones, perros y todos los animales menores, pero más breve que el correspondiente al caballo, ganado vacuno, llamas, tejones, camellos y elefantes. No obstante, un recién nacido humano es aún absolutamente inepto al final de este período transcurrido en la matriz (a diferencia del caballo, ganado vacuno, camellos y elefantes), resultando incapaz de sobrevivir sin una notable ayuda, y tienen que transcurrir muchos años antes de que alcance la madurez sexual, física y mental, en este orden. Este progreso después del nacimiento parece sugerir que el desarrollo en el útero también ha sido tardío, pero no es así. En realidad, el cuerpo en general y el sistema nervioso en particular avanzar con notable rapidez. Es solamente el desarrollo lo que es lento. El sistema nervioso comienza a formarse mientras la madre empieza a tener la sospecha de que está embarazada. A menudo se provocan abortos hacia el final del tercer mes. Entonces el feto es todavía bastante pequeño, pero su cerebro, por ejemplo, es relativamente grande, bien torneado y con un

aspecto general bastante semejante al de un adulto. En este estadio, el producto de la concepción es indudablemente humano, y no lo es menos su dotación nerviosa.

Lo más adecuado para registrar este progreso es un calendario de eventos. Aunque las concepciones pueden producirse en cualquier momento, y con notable independencia de las estaciones (en comparación con todos los demás mamíferos), nuestro calendario se iniciará para mayor facilidad el día 1 de enero y será un año no bisiesto. Servirá para destacar en especial cuán rápidamente y en los pocos días y semanas en que un sistema nervioso humano se convierte en un ser.

Calendario neural (antes del nacimiento):

Día 1 y medio (2 de enero)	Primera división de la célula fertilizada, estadio de dos células.
Día 2 (2 de enero)	Segunda división, estadio de 4 células.
Día 3 (3 de enero)	Las células alcanzan un total de 16 ó 32 (las divisiones están aún sincronizadas).
Día 4 (4 de enero)	Bola de 60-70 células (las divisiones ya no están sincronizadas).
Día 5 (5 de enero)	El embrión entra en el útero por la trompa de Falopio. La bola se queda hueca, con una masa de células en un extremo.
Días 6-9 (6-9 de enero)	Los varios centenares de células se adhieren a la pared uterina y empiezan a diferenciarse en dos, luego en tres capas. Embrión de 0,25 milímetros.
Días 10-13 (10-13 de enero)	El embrión toma forma de placa y se incrusta en la pared uterina. El tamaño se dobla cada día. Se forma la línea primitiva, un surco en el ectodermo que constituye la primera indicación de un eje, y de que se está desarrollando un vertebrado. Es la línea a lo largo de la cual se desarrollará la medula espinal. (La madre aún no se ha apercibido de su estado,

ya que aún no ha notado la falta de la menstruación.)

Días 14-17
(14-17 de enero)

Notable diferenciación; las células embrionarias no sólo forman el embrión sino el saco vitelino, el cordón umbilical, la placenta y el amnios. (En este momento puede producirse hemorragia, resultante de un mayor aporte sanguíneo al punto de implantación, que puede confundirse con la menstruación.)

Día 18
(18 de enero)

El sistema nervioso comienza a formarse, y los siguientes 10 días se denominan frecuentemente de néurula, debido a la gran importancia del desarrollo de este sistema. Los ojos y los oídos son débilmente detectables. (Las madres con espíritu matemático se dan cuenta en este momento del retraso de la menstruación, pero la confirmación del embarazo llega más tarde.)

Día 20
(20 de enero)

El tubo neural se ha formado ya a lo largo de la línea primitiva. Este sistema nervioso primordial está compuesto de neuroblastos (o neuronas primitivas).

Final de la
3ª semana
(21 de enero)

El extremo cerebral del tubo neural es más abombado que el resto. Cerebro posterior, medio y anterior diferenciados, empezando el anterior a curvarse sobre sí mismo ventralmente. (Las madres atentas conciertan una consulta para comprobar su embarazo.)

Final de la
4ª semana
(28 de enero)

La cabeza es la parte más voluminosa del cuerpo embrionario; el sistema nervioso está tan doblado en el extremo cerebral que su forma recuerda a un bastón de paseo. El embrión mide 0,6 cm, pesa menos de 1 g. (A la madre se le confirma su estado. El mareo matutino es a veces una confirmación adicional.)

5ª semana
(4 de febrero)

Extraordinario desarrollo del cerebro, aunque los demás órganos se desarrollan rápidamente. El corazón ha estado bombeando desde el día 25. Los esbozos de los dedos aparecen al

6ª semana
(11 de febrero)

día 33. El oído externo toma forma. El embrión mide 1,25 cm. (Algunos lo llaman feto en este estadio, debido principalmente a su semejanza ligera con la forma humana. Otros retrasan el cambio de nombre hasta la 9ª semana, cuando el parecido es más evidente. La madre lo ha llamado «bebé» desde el principio.)

El cerebro empieza a perder su simple forma de bastón de paseo. Aparece un pliegue entre el cerebro medio y el posterior, hacia abajo, y el cerebro anterior (que se ha doblado hacia atrás) empieza a ensancharse en su extremo anterior. En este momento, el cerebro consta de cinco partes en lugar de tres, siendo el telencéfalo, el diencéfalo, el mesencéfalo, el metencéfalo y el mielencéfalo. Las cinco se convierten en las cinco principales regiones del cerebro adulto. Los músculos empiezan a ser controlados por el cerebro, incluso aunque la madre no perciba estas contracciones. El feto mide unos 1,8 cm y pesa de 2 a 3 g. (Los abortos se producen a veces dentro de un lapso de tiempo que dobla a éste.)

7ª semana
(18 de febrero)

El abultamiento delantero del cerebro es ahora tan grande como el resto del material neural que se encuentra en el interior de la cabeza. El plegamiento es también muy marcado, siendo la última ocasión de observar la primitiva sencillez básica del cerebro. A partir de este momento, se comprime y retuerce sobre sí mismo. Pero aún no mide más que 1,25 cm de delante atrás. Las neuronas se van añadiendo a miles por minuto.

Final de 2º mes
(28 de febrero)

La cabeza mide ahora la mitad de todo el cuerpo. (Será una cuarta parte al nacimiento, y una octava en la madurez.) El peso del sistema nervioso es la cuarta parte del peso total del feto. El feto es capaz de responder al tacto, primero en la cara y luego en el cuerpo.

3.^{er} mes
(31 de marzo)

El cerebro tiene ahora una forma muy definida (algo así como un pequeño guante de boxeo, siendo los surcos del extremo del puño el mesencéfalo, el cerebelo y la medula). La división y diferenciación celular tienen lugar rápidamente. El incremento mensual total es del 600 %, pero el tamaño es aún modesto, ya que el cerebro sólo mide algo más de 1,25 centímetros y aún menos de arriba abajo. Las neuronas se van añadiendo a un ritmo de dos mil por segundo. (El momento más corriente de pérdida del feto es a la 10.^a semana.)

4.^o mes
(30 de abril)

Período de desarrollo total para el feto, sistema nervioso incluido. Desde un peso de menos de 30 g en este momento, el feto debe aumentar hasta los 3,200 kg en los próximos cinco meses. La cisura de Silvio es ya detectable. Son posibles numerosos reflejos, como arrugar la frente, tragar y succionar el dedo. Un pie al que se hacen cosquillas, se retrae. Los labios comienzan a sobresalir, como una preparación precoz para la importantísima succión. Todas estas actividades son posibles en un individuo menor que la articulación del dedo de un adulto. La mielinización —recubrimiento con una capa de las fibras nerviosas— empieza en algunas de las vías más primitivas (medulares) y el proceso prosigue hasta bastante después del nacimiento. (Las fibras de los centros superiores, como el córtex cerebral, son las últimas en ser cubiertas de este modo, y el proceso no se completa realmente hasta transcurridos varios años.)

5.^o mes
(31 de mayo)

El feto pesa ahora 12 veces más que al final del mes anterior. El cerebro mide casi 5 cm desde delante hacia atrás. Hay otras cisuras que se hacen visibles, como la central, la parieto-occipital y la calcarina. Se inicia el hipo fetal. Los latidos cardiacos pueden oírse des

de el exterior (colocando un oído sobre el abdomen de la madre). La cabeza es ahora sólo la tercera parte de la longitud total del cuerpo, pero el volumen no neural de la cabeza sigue siendo relativamente pequeño. El aumento del peso de la madre es ahora de casi medio kilo por semana, pero el feto pesa aún menos de 450 g. Las comisuras cerebrales están completas. El feto tiene ahora el cupo completo de células nerviosas que constituyen el sistema nervioso del adulto humano, de 12 a 15 miles de millones. Por ello, se han desarrollado a una velocidad media de 1.300 por segundo, desde que empezó a formarse el sistema nervioso. Puesto que ha tenido que alcanzar un tope en dicha replicación, las células han debido desarrollarse incluso con mayor rapidez.

6.^o mes
(30 de junio)

La superficie cerebral es aún lisa, pero la cisura de Silvio está muy marcada. La medida longitudinal es ahora de 6,25 cm, de arriba hacia abajo de 3,75 cm (con una proporción semejante a la del adulto). El peso total del feto es de 620 g, y la vida prematura ya es posible (aunque no ideal). Puede agarrar con firmeza con las manos, abrir y cerrar los párpados.

7.^o mes
(31 de julio)

El aspecto liso del guante de boxeo comienza a desaparecer, con iniciación de giros y surcos. El cerebro mide 7,5 cm de delante hacia atrás y el perímetro de la cabeza de 21 a 26 cm. Las capas retinianas del ojo ya están completas, y el ojo puede percibir la luz. (Se estima generalmente que el feto tiene derecho legal a una vida separada después de la 28.^a semana.)

8.^o mes
(31 de agosto)

Ya están presentes todos los surcos primarios (aunque numerosos pliegues secundarios aparecerán aún durante varios meses después del nacimiento). El cerebro mide unos 8 cm

entre sus extremos, y el perímetro de la cabeza entre 28 y 33 cm. El feto pesa ahora 2,250 kg, y el peso del sistema nervioso es sólo una décima parte del peso total. (A la edad de cinco años, será de una vigésima parte y en la edad adulta, una 50^a parte.)

Mes final
(23 de septiembre)

Desarrollo considerable, ya que el feto añade el 50 % de su peso en las últimas cuatro semanas. Existencia de numerosos repliegues en el cerebro —a los 8 meses tenía un aspecto sencillo, como el de cualquier mamífero primitivo, pero a los 9 meses es indudablemente humano. La longitud del cerebro se incrementa hasta los 11,25 cm, y el perímetro de la cabeza aumenta hasta los 32,5-36,25 cm, siendo el peso del cerebro de 340 g (o una cuarta parte del peso del cerebro del adulto). La cabeza representa una cuarta parte de la longitud total del cuerpo, y su tamaño no sólo constituye el principal problema durante el parto, sino un considerable problema de la evolución: la duración del embarazo humano, el tamaño y la inmadurez del neonato, la pelvis materna y el canal pelviano están todos relacionados con el gran tamaño (en relación a otros mamíferos) de la cabeza en el momento del nacimiento. A pesar de la notable actividad fetal, de los extensos reflejos, del tamaño cerebral y de su aspecto de madurez, no hay pruebas de que el córtex cerebral ejerza influencia alguna sobre el comportamiento hacia el final del embarazo (o durante unas cuantas semanas después).

Premadurez. El confinamiento uterino de 38 semanas o de 266 días se considera a menudo como la norma, por lo que los tiempos más cortos o más prolongados se consideran atípicos. En realidad, hay muy pocos embarazos, el 5 %, que finalicen en el día calculado. El retraso de catorce días no provoca preocupación, pero más tarde debe considerarse en serio la

posibilidad de una inducción. No obstante, hay embarazos normales que tardan 300 días en llegar a término, y legalmente no se considera imposible que los embarazos sean mucho más prolongados. (Un tal Sr. Wood, en el año 1947, rechazó la paternidad porque había estado ausente 346 días antes de que su esposa diera a luz. Perdió el caso.)

El nacimiento adelantado, que es más frecuente, implica casi con seguridad el que el peso sea inferior al normal (por debajo de 3,130 g), pero no puede considerarse necesariamente prematuro. Esta distinción —dudosa distinción, ya que la premadurez no es muy recomendable— se aplica al 6,5 % de todos los niños nacidos a la vez prematuramente y pesando menos de 2,5 kg. Otras definiciones (paralelas al peso muy bajo al nacimiento) son:

1. Talla total de 47 cm o menos (lo normal es 50).
2. Perímetro craneal de 33 cm o menos (lo normal está por encima).
3. Perímetro torácico de 30 cm o menos.
4. Desproporción entre los perímetros craneal y torácico. (Una cabeza relativamente mayor es un signo más fetal, menos maduro.)

A pesar de estas definiciones tan precisas, una unidad maternal no proporciona cuidados especiales sólo a aquellos neonatos nacidos dentro de estas categorías, sino que proporciona cuidados adicionales a aquellos que lo necesitan, y los de pequeño tamaño, los bajitos y los desproporcionados, que han estado (probablemente) menos tiempo *in utero* tienen (casi con toda seguridad) más necesidad que los que han nacido con peso normal o por encima de éste. No obstante, el Departamento del Censo en los EE.UU. y el Departamento de la Infancia definen la premadurez como la «terminación del embarazo en el período que media entre el inicio de la 28^a semana y el final de la 37^a semana de gestación». La razón de la primera fecha mencionada estriba en que hay muy pocos niños capaces de sobrevivir antes de ella, y la de la segunda radica en que a menudo el cálculo de la fecha correcta del embarazo

está equivocado. No debe omitirse la aplicación de cuidados de premadurez por culpa de un error en la determinación de la fecha de embarazo a partir de la última menstruación (y por ello, de la concepción dos semanas más tarde). Otro riesgo para los que elaboran las definiciones consiste en que puede haber neonatos con igual grado de madurez, que no tengan el mismo tamaño. Incluso al finalizar el séptimo mes intrauterino, algunos fetos pesan el doble que otros. En el momento del nacimiento, los pesos que oscilan entre 2,475 kg y 4,950 kg son normales, siendo los neonatos de ambos extremos igualmente capacitados. Por el contrario, dos neonatos de 2,700 kg pueden resultar extraordinariamente diferentes, necesitando uno de ellos todo tipo de cuidados, y siendo el otro mucho más capaz.

La premadurez es extraordinariamente frecuente, sobre todo en las sociedades más pobres. De aquel que tiene poco, hay que quitarle aún más. Los asiáticos tienen en general menos y presentan la menor incidencia de neonatos de peso normal al nacimiento. De los 73 millones de nacimientos vivos de asiáticos en 1979, unos 15 millones (el 20 %) presentaron peso bajo al nacimiento. Estos pequeños asiáticos contribuyen a bajar el peso al nacimiento medio asiático a sólo 2,900 kg. Los habitantes de África tienen 3,2 millones de neonatos de bajo peso al nacimiento entre 21 millones de nacimientos vivos, o sea, un 15 %; los latinoamericanos tienen 1,4 millones de 12,4 % de nacimientos, es decir, un 11 %; los europeos tienen 534.000 de 7 millones, un 8 %, y los norteamericanos 270.000 de 3,6 millones, un 7 %. De ningún modo puede deducirse que la premadurez sea problema modesto, ni que afecte a unos pocos. Globalmente nacen cuarenta bebés con bajo peso cada minuto.

Una ventaja de los niños prematuros —para el científico— es que constituyen una ilustración evidente del estado de desarrollo neural en esta edad temprana. Generalmente se considera que cuando un niño prematuro está aún *in utero* o en la unidad de cuidados maternos, su potencial de comportamiento es el mismo. E. H. Watson y G. H. Lowrey han con-

feccionado un listado de sus características, en su libro *Crecimiento y Desarrollo del Niño*, detectadas por supuesto en aquellos neonatos, pero que presumiblemente existen también en los que aún están por nacer:

28-32 semanas (menos de 7,5 meses)

- Movimientos discretos y fugaces. Ligera reacción de evitación a la luz y al sonido. Ligero intento de agarrar si se toca la palma. La succión y deglución carecen de continuidad. Ausencia de patrón definido de sueño. Llanto débil o ausente.

32-36 semanas (menos de 8 meses y cuarto)

- Movimientos positivos y sostenidos. Respuesta firme, pero inadecuada a la luz y al sonido. Si se toca la palma, agarra fuertemente. Períodos definidos de vigilia. Llanto adecuado. Inicio del reflejo de Moro (brazos disparados hacia fuera y luego juntados después de cualquier cambio repentino de posición). Cuando está en decúbito prono, puede volver la cabeza y levantar el trasero.

36 semanas hasta término

- Movimientos activos y sostenidos. Seguimiento errático y vivo de los objetos con los ojos. Fuerte reflejo de Moro. Cuando está en decúbito prono intenta levantar la cabeza. Resistencia al moverle la cabeza. Parece que le gusta que le acaricien. Fuerte reflejo de succión.

El fallo principal de la premadurez es la mayor probabilidad de que se muera el feto/niño: cuanto menos pese el neonato, mayor es la probabilidad de fallecimiento. Para aquellos que han nacido con pesos entre 2 y 2,5 kilos el riesgo en la actualidad es muy leve, aunque solía ser el 6 % al final de la Segunda Guerra Mundial. Para los nacidos con pesos entre 1,5 y 2 kilos, aún existe un riesgo notable, de aproximadamente un 10 %. Para los de la categoría inferior, con pesos entre 1 kilo y 1,5 kilos, el riesgo solía ser del 50 % hace cuarenta años, pero ha mejorado mucho en la actualidad, hasta llegar casi a la mitad de aquella cifra. Los niños nacidos en la más baja clasificación, con pesos inferiores a 1 kilo, la tasa de mortalidad solía ser del 88 %, y este grupo es el que precisamente ha mostrado

mayores progresos, sobre todo en la lucha contra los problemas de tipo respiratorio, que habían sido tradicionalmente los de mayor mortalidad. Incluso así, aún es el grupo de mayor riesgo de todos.

La supervivencia más singular del mundo del feto de 283 gramos de peso al nacimiento tuvo lugar en el Condado de Durham, en South Shields, en el año 1938, antes de que existieran las técnicas modernas y de que se hubieran desarrollado las unidades de cuidados intensivos. La mortalidad infantil normal era en ese entonces del 40 ‰, siendo todos ellos pesos pesados en comparación con la niña de South Shields, ya que el peso medio era 11 veces superior al de ella.

Los prematuros sobrevivientes necesitan bastante tiempo para alcanzar físicamente a los nacidos a término, especialmente en lo que respecta a talla y perímetro craneal. Incluso al final del primer año de vida, estas medidas son aún aproximadamente 2,5 cm menores que en los nacidos a término normal. El tamaño y el volumen del cerebro son por lo tanto menores en comparación a la edad de nacimiento, pero no necesariamente inferiores si se toma como parámetro guía la edad desde la concepción. No obstante, la premadurez no es recomendable ya que se registra un desarrollo mental relativamente pobre para el grupo en conjunto. Hacia los dos años de edad, pueden alcanzar físicamente el nivel de los nacidos a término, pero se han acumulado numerosas pruebas desde mediados de la década de 1950, que demuestran que los niños prematuros tienen más probabilidades de presentar deficiencias mentales que los nacidos a término. Los niños muy prematuros son los que corren mayor riesgo, y la tasa de supervivencia de todos los prematuros está asociada, en algún grado, al aumento de la población con mentes defectivas. Puede ser que existan causas físicas, tales como hemorragia intracraneal, y también puede haber razones psicológicas, ya que las incubadoras de las clínicas que mantienen en vida a estas personitas tienen escasa relación con el afectuoso calor del pecho materno. «Cuídate de nacer bien», decía George Bernard Shaw. «Cuídate de nacer a término», debería haber añadido.

Dos casos recientes ocurridos en los EE.UU. han subrayado tanto las ventajas como los inconvenientes de esta forma de adelanto médico, de mantener con vida estos abortos tardíos. Ambas historias fueron extensamente difundidas. Nacida después de sólo veinticinco semanas *in utero*, los 175 días en lugar de los 266, Olivia pesó 747 g, es decir, aproximadamente una cuarta parte del peso de un nacimiento a término medio. Consiguió respirar por ella misma, no presentó hemorragia cerebral, solamente ligeros trastornos respiratorios (la enfermedad de la membrana hialina, el factor mortal habitual, se mantuvo a raya) y se encontraba lo suficientemente bien para abandonar el hospital antes de la fecha en que debiera haber nacido. Al cabo de dos semanas se quedó ciega. Una fibroplasia retrolental, leve al comienzo, desprendió sus retinas, «por lo demás sigue bien», dijo un informe.

Cuando nació Andrés pesaba 792 g. Sus padres se opusieron a que se le aplicaran cuidados intensivos, pero se le proporcionaron igualmente y sufrió distress respiratorio, fracturas, convulsiones y hemorragia intracraneal. Para abreviar, no estaba preparado para este mundo, y se puede suponer que hubiera sido un deficiente mental. De todas formas, murió al cabo de seis meses, o al cabo de tres meses del tiempo que le hubiera correspondido nacer, y sus padres recibieron del hospital una factura por la cantidad de 100.000 dólares.

La profesión médica está dividida en su seno, no desde el punto de vista ético de la realización de este esfuerzo en favor de estas minúsculas criaturas sino en cuanto que este esfuerzo pueda ser rentable. Un médico londinense que publicó un artículo en *The Lancet* (junio 1979) escribía que los niños de muy bajo peso al nacimiento (de menos de 1.500 kg) todavía seguían muriendo y quedaban incapacitados en 1975, como en 1960. La carta hizo el efecto de un gato en un palomar. Otros autores informaron acerca de progresos, mejores cifras y la determinación de llevar adelante el trabajo. Uno escribió: «El cuidado de las madres de riesgo elevado y de los niños inmaduros es una de las mejores inversiones en el terreno de la sanidad.» Por otro lado, otro médico respondía: «No somos nosotros los

que debemos volver a casa con un niño con un cerebro seriamente dañado.» Además del viejo enemigo de la membrana hialina, de otros problemas respiratorios, colitis, desprendimientos de retina (debido a niveles de oxígeno inadecuados) y ceguera, el mayor escollo actual de estos pequeños es la hemorragia cerebral. Entre una cuarta parte y la mitad de ellos la presentan, y en el caso de los que sobreviven, sus cerebros están lesionados para toda su vida, que ha comenzado, por lo menos externamente, demasiado pronto. Habiendo 21 millones de niños que nacen prematuramente cada año, la cifra de deficiencias mentales que se incrementa de esta forma debe ser considerable. Cualquier fracción de 21 millones es respetable.

Reflejos. El neonato humano normal, sano y nacido a término puede ser la última adición favorable a la especie del *Homo sapiens*, pero un observador realmente objetivo podría muy bien ser perdonado si opinara de otra forma. Las crías de mono son de menor tamaño, pero parecen muchísimo más espabiladas. Todos los monos son más capaces que el hombre en el momento del nacimiento. Y muchos de los mamíferos inferiores, como todos los ungulados, pueden valerse virtualmente por sí mismos, mientras tengan un pezón lactante lo suficientemente cerca. También hay mamíferos tan o más ineptos que el hombre en el momento del nacimiento, como numerosos roedores, gatos, perros, conejos, pero estas criaturas son todas relativamente jóvenes: un conejo ha nacido treinta y un días después de la concepción, una rata a los veintidós, un hámster a los dieciséis. No hay ningún otro animal que esté tanto tiempo *in utero* como el hombre y también que sea tan incapaz al salir de él. De modo semejante, no hay otro animal que tenga su desarrollo posterior tan accidentado.

En el momento del nacimiento, 266 días completos tras la concepción, el ser humano tiene un aire estúpido, resulta estúpido según todas las comprobaciones racionales, y es poco más que un haz de reflejos. No obstante, éstos son intrigantes y forman un conjunto bien extraño. Pero ciertamente todos ellos indican la existencia de conexiones neurales.

El reflejo de Moro. Ya ha sido mencionado, puesto que los prematuros lo presentan ya entre las semanas 32 y 36. Es transitorio, y difícil de detectar a los dos meses del nacimiento.

Reflejo de prensión. Durante dos meses puede ser lo suficientemente fuerte para levantar todo el peso del cuerpo. También hay un reflejo prensor semejante, aunque menos demostrable, en el pie. Después de dos meses, este reflejo del pie queda invertido: la estimulación de la planta del pie da lugar a que los dedos del pie se vuelvan hacia arriba. Este reflejo (de Babinski) vuelve a invertirse hacia los dos años, cuando el pulgar del pie es prensil una vez más. Si persiste el Babinski es probable que haya un defecto.

Reflejo de rotación. El contacto con la mejilla hace que la cara se vuelva en esa dirección. Más tarde, los labios y la lengua también se mueven de esta forma.

Reflejo de pestañeo. La estimulación de las pestañas conduce a un pestañeo, tanto si está dormido como despierto.

Estornudo. La estimulación de las fosas nasales o la luz fuerte originan este explosivo reflejo.

Marcha. Un neonato sostenido verticalmente con los pies sobre el suelo «caminará» si se le mueve hacia delante, pero solamente hasta las seis semanas.

Reflejo tónico del cuello. Si el neonato está en posición prona, su cara yace lateralmente (y mantiene las vías aéreas abiertas). Si su cabeza se fuerza para girarla del otro lado, los brazos y las piernas se mueven para reajustarse. Los que están derechos se flexionan y viceversa. Este reflejo se pierde a los 3-6 meses.

Reflejo de ojos de muñeca. El movimiento de los ojos sufre un retraso respecto a la cabeza si ésta se gira súbitamente. Reflejo muy pasajero, ya que se pierde al cabo de pocos días.

Reflejo de extensión cruzada. Si se estira una pierna y se toca la planta, la otra pierna se dobla y luego se estira. Desaparece al cabo de un mes.

Reflejo de Galant. Si se estimula el tronco entre el pecho y la cadera, el tronco se curva hacia ese lado. Desaparece al cabo del segundo mes de vida, pero reaparece luego.

Por supuesto, existen atributos neurales más funcionales y significativos en el neonato. La razón por la que puede sobrevivir, a partir de unos siete meses después de la concepción, es que el sistema nervioso se ha desarrollado lo suficiente para controlar la temperatura del cuerpo (a unos 37,5 °C rectales), dirigir los movimientos respiratorios, de 30 a 80 por minuto, tan pronto el aire es asequible y organizar la deglución cuando se le suministre alimento. No obstante, el neonato humano está escasamente adaptado a estos atributos, ya que a menudo balbucea, se atraganta y confunde la deglución con la respiración. Pierde rápidamente el calor si el ambiente es fresco. Por el contrario, observemos una cría de los tres monos mayores. Aparece relajado, contento, incluso lleno de conocimiento. Observemos un neonato humano, y está hecho un puro balbuceo, ciertamente desconcertado y con solamente una leve idea sobre sus capacidades. Algunos dicen que el período de gestación humana real es de diez meses, siendo las primeras cuatro semanas de vida del bebé como un limbo entre una existencia acuática y una aérea. Muchas veces da esa impresión, cuando el bebé acaba de dejar el pecho o el biberón, pareciéndose más a un nadador angustiado después de una inmersión demasiado prolongada.

El cráneo. En el momento del nacimiento, los huesos del cráneo son blandos y más numerosos: hay cuarenta y cinco en lugar de los veintidós del adulto. Por ejemplo, en el momento del nacimiento, el hueso frontal está dividido por la sutura metópica. Las dos mitades comienzan a fusionarse a los dos años y acaban de hacerlo a los seis años, formando un único hueso frontal (excepto en el 8 % de individuos, que mantienen su sutura frontal). El hueso parietal también es doble en el momento del nacimiento, pero el occipital está dividido en cuatro partes. Muchas de las suturas desaparecen rápidamente durante la infancia, tras haber desempeñado ya su papel en la aparente imposibilidad de que un cráneo tan grande pudiera pasar por un canal obstétrico tan pequeño. Los huesos del cráneo pueden también solaparse ligeramente para dismi-

nuir el diámetro de la cabeza y ayudando así a que un imposible se vuelva realidad. Los diversos huecos existentes entre los huesos contribuyen también durante el moldeado de la cabeza, permitiendo la superposición de los huesos y la disminución del tamaño de la cabeza.

Por supuesto, nunca debe olvidarse que la cabeza contiene la mayor parte del sistema nervioso central. Todo este moldeamiento, superposición y reducción se producen, pero no en las nalgas o en los pies, sino en la caja del cerebro. Cuando las contracciones de la madre llegan y pasan, y mientras ella puja para expulsar fuera el producto de la concepción, es el cráneo de su hijo el que empuja para abrirse paso. La humanidad llega a este mundo utilizando su cabeza como un macho cabrío en combate, y el precioso cerebro que se encuentra en su interior debe soportar lo que pueda ocurrir. La distorsión que sigue a numerosos nacimientos preocupa a muchos padres, pero los huesos desplazados vuelven a su lugar adecuado cuando la cabeza del neonato recupera su forma. Resulta difícil de creer que no se hayan producido lesiones mientras el cerebro sufrió una notable presión y deformación, pero no existen pruebas de que haya ocurrido nada anómalo durante partos normales. Además, el cerebro y el cráneo quedan convenientemente moldeados y aplanados después en el transcurso de la vida. Especialmente el área occipito-parietal puede estar muy deformada a los tres o cuatro meses. A menudo, los padres están preocupados, y hay que tranquilizarlos al respecto. A excepción de algunos niños retrasados, la cabeza y el cerebro tendrán una forma normal y menos preocupante al cabo de un año.

Existen seis fontanelas (las zonas más blandas del cráneo del niño) en el momento del nacimiento. La más ancha, con mucho, es la anterior, situada entre los frontales y los parietales, que mide aproximadamente unos 6,5 cm cuadrados. Es tan ancha, y a menudo pulsátil a ojo descubierto, que las otras cinco no suelen mencionarse. La fontanela posterior está situada cinco centímetros más atrás, entre los parietales y los occipitales, por lo que está también en la parte superior de la cabeza.

Las dos fontanelas esfenoides y las dos mastoides están dispuestas a ambos lados del cráneo, entre el parietal y el esfenoides, y los huesos parietal y temporal. Estas otras cinco menos importantes son de forma más triangular, y no tan cuadradas como la fontanela anterior, la mayor y más pronunciada. En todo momento, esta enorme brecha tiene un inquietante aspecto delicado, ya que los lóbulos frontales del cerebro están debajo del cartílago. Puede tensarse en caso de fiebre, ser convexa en el hidrocéfalo, o cóncava en caso de consunción o excesiva diarrea; pero en general se cierra, siendo la última fontanela en hacerlo, de diez a dieciséis meses tras el nacimiento. Si se retrasa su cierre puede ser debido a raquitismo, anomalía mental, o simplemente puede ser una indicación más de que el desarrollo humano sigue una vía bien trazada, pero a su propio ritmo de tiempo. En el momento del nacimiento el tamaño del moldeado, deformado, aplastado, bordeado, lleno de fontanelas y de huesos, y preciso cráneo, está por supuesto en relación con el tamaño del cerebro que alberga en su interior, pero nada puede correlacionarse con la capacidad mental, ni entonces ni más tarde durante la infancia. Ello cuadra con el hecho de que, en la edad adulta, tampoco hay una correlación entre el tamaño cerebral y la inteligencia (ni con nada por el estilo). No obstante, una cabeza muy pequeña, de tamaño inferior al normal, puede tener su origen en un fallo en el desarrollo del cerebro, y una cabeza muy grande, por encima de lo normal puede ser causada por la hidrocefalia. Tanto en los microcéfalos como en los hidrocéfalos cabe esperar algún grado de lesión cerebral.

Crecimiento después del nacimiento. En el momento del nacimiento, la cabeza es grande en relación con las demás partes del cuerpo, y aún se desarrollará más después del nacimiento, ya que el cerebro se expande cuatro veces más. Al mismo tiempo, cada vez es menor en relación al resto del cuerpo, mientras que el tórax en general y las piernas en particular adquieren sus proporciones de adulto. Si durante este período hay inanición, el cerebro y el corazón continúan su desarrollo,

mientras que otros órganos se retraen, especialmente el timo y el hígado. Un niño sometido a inanición tiene aspecto fetal, debido a su cabeza desproporcionadamente grande. El neurocráneo —la caja del cerebro— es muy grande en el momento del nacimiento con respecto a la cara, unas ocho o nueve veces mayor. Continúa creciendo rápidamente tras el parto, superando al del resto del cráneo, debido a que la cabeza en su totalidad —por hablar en forma muy fantasiosa— ya no tiene que ser otra vez comprimida a través del canal obstétrico. Hacia los cuatro o cinco años, el cráneo ya ha alcanzado el 90 % del tamaño del adulto, medida que alcanza a los diez años. No existe otra parte del cuerpo que sea tan rápida en su carrera hacia la madurez.

El avance neural es una combinación de desarrollo anatómico y de las capacidades resultantes de este desarrollo. Ningún niño puede efectuar acción alguna que requiera habilidad hasta que el sistema nervioso adecuado esté a punto, hecho que, a veces, algunos padres ambiciosos parecen olvidar. Existen diversas experiencias que confirman este punto. Arnold Gesell estudió dos gemelos hasta los dieciocho meses de edad. A uno de ellos se le proporcionó entrenamiento, ayuda y estimulación, mientras que al otro no. Gesell descubrió que la práctica y el ejercicio no contribuyeron a acelerar, por ejemplo, la construcción de torres ni la capacidad de trepar. Se separó a otra pareja de gemelos, a los que se proporcionó entrenamiento diferente en cuanto a las deposiciones, y se llegó a la conclusión de que no había diferencia entre ellos respecto a la adquisición de control de los esfínteres. El experimentador, M. McGraw, consideró que la «enseñanza precoz respecto a las deposiciones, es, cuando menos, inútil».

R. S. Illingworth resumió el tema con la afirmación: «Ninguna práctica puede hacer que un niño se siente, camine, hable o adquiera otras habilidades hasta que su sistema nervioso esté dispuesto para ello.» No obstante, existe la otra cara de la moneda en este asunto, la de la negligencia, e Illingworth vuelve a ser preciso: «El retraso en la adquisición de capacidades puede ser causado en el niño privándole de oportunidades para

practicarlas una vez que ha conseguido una madurez suficiente.»

Es evidente que el curso del desarrollo neural es un conjunto entero de logros, equilibrio de dos bloques, equilibrio de cuatro bloques, primera palabra real, primeras cien palabras, primera noche sin enuresis, primer año sin enuresis, pero el calendario que sigue es un intento de reunir algunos de los principales aspectos del crecimiento y de la maduración. Por ello, constituye una extensión del calendario prenatal que se encuentra entre las páginas 51 y 56, y admite que se trata del mismo bebé, concebido el día 1 de enero, nacido a término el 23 de septiembre, y que por consiguiente cumplirá un año en el mes de septiembre del año próximo. La tosquedad de este calendario tiene una virtud: subraya el hecho de que el nacimiento es una fiesta móvil. Marca el final del embarazo, de la alimentación por vía umbilical y de una vida acuática, con una transformación repentina en alimentación oral y respiración aérea; pero esto, por así decirlo, es todo. La diferenciación y el crecimiento han tenido lugar antes. Entonces, después del trauma que supone abandonar el útero, es cuando ocurren las transformaciones. Se trata de un progreso que se efectúa desde el inicio, y el nacimiento se produce entre la concepción y la madurez.

Calendario neural (2ª parte):

En el momento
del nacimiento
(23 de septiembre)

La proporción del cráneo y la cara es de 9 a 1. El peso del cerebro es de 350 g, por lo tanto, la décima parte del peso corporal. El bebé puede respirar, succionar, tragar, salivar, llorar, olfatear, gustar, oír, bostezar, vomitar, hipar, estornudar, toser y estirarse. El *Homo sapiens* aún tiene un largo trecho por delante. Ya tiene más de una cuarta parte de la talla del adulto, pero una vigésima parte del peso de adulto. El corazón late con una fre-

cuencia de 140/minuto. El ojo es pequeño y por lo tanto hiperópico (larga vista). (El globo ocular alcanza el tamaño del adulto a la edad de 12-14 años.) Un pinchazo de alfiler debe ser fuerte para lograr una respuesta, pero si la consigue, la respuesta es bastante violenta (durando varios días la subsiguiente hiperestesia). El perímetro craneal es de 34,5 cm.

Perímetro craneal de 37,25 cm.

4 semanas
(21 de octubre)

5 semanas
(28 de octubre)

El bebé sonríe (algunos autores dicen que éste es el auténtico tiempo del nacimiento, siendo los primeros meses únicamente un tiempo de recuperación del trauma del nacimiento, y el bebé ha dejado de ser un feto avanzado para pasar a ser un verdadero niño). Los músculos más activos son los de la boca y los ojos. En realidad, los ojos están más adelantados que las manos.

8 semanas
(18 de noviembre)

El gusto existe en el momento del nacimiento, pero ahora empieza a agudizarse. (El sentido del olfato es relativamente pobre durante la niñez.) Los pinchazos con un alfiler no necesitan ser tan fuertes para obtener una respuesta, pero ésta aparece en forma más tardía y menos vigorosa. El perímetro craneal es de 38,75 cm.

10 semanas
(2 de diciembre)

Ya vocaliza.

3.º mes
12 semanas
(16 de diciembre)

El perímetro craneal ya mide 39,75 cm.

15 semanas
(6 de enero,
al año siguiente)

Puede controlar la cabeza. El aumento de peso desde el nacimiento es de unos 2,7 kg (ó 90 % del peso al nacimiento). La mayor parte de muertes en la cuna tienen lugar entre las semanas 8 y la 16. Se inicia un período de rápida organización cortical, que afecta a importantes funciones sensitivo-motoras.

LA MENTE

20 semanas (10 de febrero)	Puede controlar las manos.
25 semanas (16 de marzo)	Puede darse la vuelta sobre sí mismo. Alcanza un cubo al verlo.
6º mes	
26 semanas (23 de marzo)	Puede localizar sonidos e identificar voces diferenciándolas. El perímetro craneal mide 43 cm.
30 semanas (20 de abril)	Puede sentarse, hasta cierto punto.
8º mes	
35 semanas (25 de mayo)	Puede prender objetos. La preferencia por una mano (y la habilidad manual) aparecen durante la segunda mitad del primer año de vida. Anterior en niños que en niñas. La respuesta a un pinchazo de alfiler es menos general, con mayor identificación del punto del estímulo.
9º mes	
39 semanas (22 de junio)	El perímetro craneal mide 44,5 cm.
40 semanas (29 de junio)	Ya puede levantar el cuerpo.
45 semanas (3 de agosto)	Puede caminar si se le sostiene. Algunos autores afirman que a esta edad se manifiesta una predominancia en un pie. La predominancia de una mano llega más tarde.
Final del primer año (23 de septiembre, ó 622 días tras la concepción)	Puede mantenerse en pie sin ayuda. A veces puede caminar solo, hasta cierto punto, aunque muchos padres todavía se preguntan si su hijo está destinado a ser un cuadrúpedo o un bípedo. El aumento de peso desde el nacimiento es de 6,35 kg (o el doble del peso al nacimiento). El corazón late a una frecuencia de 115 por minuto. Puede colocar un cubo encima de otro. El perímetro craneal es de

2º año

45,75 cm. (El incremento registrado desde el nacimiento, de unos 10 cm, equivale al siguiente incremento total entre un año y la edad adulta.)

Camina y corre. Adquiere el control sobre la vejiga y los intestinos. Utiliza palabras y frases, aproximadamente 200 vocablos. Empieza a utilizar pronombres, mío, mi, tú, yo, más o menos en este orden. Su talla es la mitad de la del adulto. Su peso, la octava parte de la del adulto. La fontanela anterior se cierra (pero también puede cerrarse a lo largo del primer año, o a veces del tercero). Las otras fontanelas se cierran antes. En la sutura metópica, las dos mitades del hueso frontal empiezan a fusionarse (y alcanzarán la fusión total a la edad de 6 años). El corazón tiene una frecuencia de 110 latidos por minuto. Puede colocar tres cubos en columna o uno encima del otro. Puede bajarse los pantalones, pero no quitárselos. Las dos terceras partes de niños utilizan su mano derecha para escribir y coger cosas hacia los 18 meses, y el 92 % a los 2 años. (Pero la predicción de si serán diestros o zurdos no puede establecerse con fiabilidad hasta más tarde.) La agudeza visual es de 20/70. El perímetro craneal mide 48,70 centímetros.

3.º año

Utiliza frases. El vocabulario se ha extendido hasta unas 1.000 palabras. Empieza a obedecer normas con comprensión del significado. Ha llevado a término tres cuartas partes del desarrollo cerebral posnatal. (Tendrá el tamaño adulto a los 10 años.) Puede copiar un círculo y puede utilizar tres cubos para formar un puente. Puede doblar un papel a lo largo, en forma cruzada, pero no en diagonal. Puede subir las escaleras solo. Puede comer solo, derramando muy poco; puede quitarse los pantalones. De la enuresis pasa al control de

la vejiga, lo que le lleva a pasar la noche sin mojarse. Al dibujar una persona, sólo el 24 % le dibuja una cabeza, el 6 % le pone pies y ningún niño le dibuja cuello. El perímetro craneal mide 49,25 centímetros.

4.º año

Éste es un gran año para las preguntas. Podría (más o menos) ser autosuficiente si la comida no fuera un problema. Empieza a jugar con las palabras. Una gran época para el lenguaje. Puede anudar los cordones de los zapatos, pero no puede hacer el lazo. Le gusta elegir la comida. Va solo al lavabo. Al dibujar una persona, el 79 % le pone cabeza, 32 % le dibujan pies y aún nadie le pone cuello. El perímetro es de 49,7 cm.

5.º año

Puede explicar cuentos (largos). Puede saltar y brincar. Resulta más bien un pequeño adulto, que un bebé en maduración. Tal como decía León Tolstoi, «entre un niño de cinco años y yo no hay más que un paso, pero entre un neonato y el niño de cinco años hay una distancia enorme». Por ello, la mayor parte de la maduración tiene lugar antes del primer día escolar. El aumento de peso desde el día del nacimiento es de unos 13,5 kg (o cuatro veces el peso en el momento del nacimiento), pero el peso del sistema nervioso es ahora menor en proporción al peso total del cuerpo. En el momento del nacimiento era de una décima parte del peso corporal total y ahora es la vigésima parte (mientras que en la edad madura será la quincuagésima parte). El neurocráneo presenta ahora el 90 % del volumen del adulto. El corazón late a una frecuencia de 100 latidos por minuto. (En las niñas, la frecuencia cardíaca a lo largo de la infancia es notablemente superior, 5 latidos más por minuto.) Aproximadamente un 15 % de niños y un 10 % de niñas aún presentan casos de

enuresis. Puede copiar un cuadrado. (La copia de un rombo no puede hacerse hasta los siete años.) Al dibujar una persona, el 95 % le pone cabeza, el 63 % le dibuja pies y un 9 % de niños le pone cuello. (Al final del 6.º año estas tres proporciones visuales son 100, 95 y 56 %.) La agudeza visual es de 20/30. (A la edad de siete años será de 20/20.) El perímetro craneal es de 50,80 cm.

Cuando se observa que el neonato humano no muestra signos de actividad cortical cerebral durante las primeras semanas de vida, que sus capacidades iniciales pueden reunirse en una lista tan breve, que su desarrollo mental tiene lugar a este paso tan lento, y que todos los indicios de *sapiens* parecen más una promesa que una realidad, no resulta sorprendente que pueda decirse muy poco acerca de su capacidad mental en los primeros días y semanas tras su nacimiento. Desde luego, la mayor parte de mamíferos saldrían de la prueba con una puntuación más elevada. Resulta más fácil establecer lo que no puede decirse del neonato humano, y el profesor Illingworth ha recopilado una lista.

No puede comprobarse el nivel intelectual de un bebé durante su primer mes. (Determinadas anomalías pueden detectarse, así como la parálisis cerebral grave de tipo espástico, pero no puede predecirse si diversos signos neurológicos serán permanentes o no.) No puede proporcionarse una puntuación exacta para el CI de un niño (sino sólo un margen en el que encaja su desarrollo), e incluso no puede diagnosticarse la superioridad mental. No puede predecirse si el desarrollo del niño será rápido, si se acelerará, o si será lento (a menos que se investiguen los demás miembros de la familia y se conozca su desarrollo). No pueden predecirse las influencias ambientales, o las enfermedades o lesiones que pueden retrasar el desarrollo del niño. Tampoco puede predecirse qué efecto tendrán las oportunidades, o qué es lo que un niño o una niña harán con su talento.

Por supuesto, nada de esto significa que las lesiones, la privación, el amor, los juegos, la enfermedad, las oportunidades, la experiencia o la genética no ejerzan su influencia. Solamente recalca el aspecto de que resulta todavía imposible disponer de una medida adecuada y útil de estas variables. Los libros de puericultura presentan en la actualidad una tendencia más positiva, recomendando tal o cual tratamiento y rechazando otros, y es precisamente esta firmeza lo que a menudo buscan los padres. Algunas influencias medibles provocan respuestas no siempre bien recibidas. Por ejemplo, la sociedad occidental (y otras) están en contra del fajamiento de los niños, opinando que esta traba se opone al desarrollo físico y mental. No obstante, no existen pruebas de que dicho fajamiento haya ejercido influencia negativa alguna sobre el desarrollo, y los rusos, lapones, yugoeslavos, mexicanos y otros que tienen esta costumbre lo seguirán haciendo, tanto si hay pruebas como si no. Los ingleses solían estar entre éstos (antes del siglo XVIII), y nuestros antepasados estuvieron posiblemente tan convencidos de la bondad del fajamiento, como nosotros hoy en día lo estamos de lo contrario, es decir, de la libertad sin trabas y a veces enconada de una cuna moderna.

Resulta bastante inimaginable el pensar qué tipo de personalidades saldrán de esta población acostumbrada a canastillas, cochecitos y sillitas de paseo actuales. Hoy en día tenemos una idea menos clara de la que tenían nuestros antepasados al respecto, algo así como una determinada reacción frente a la anterior confianza. Esto llegó a su máximo en las primeras décadas de este siglo, cuando se aplicó sin restricciones la sencillez de las leyes de Mendel (sencillez porque sólo utilizó una o dos características a la vez) a la complejidad del carácter humano. Las personas eran buenas, malas, desaliñadas, borrachas, atrasadas, perversas, inferiores o débiles porque provenían de un cepa similar. Igualmente, las razas eran buenas o malas, robustas o deficientes, por idénticas e ineludibles razones genéticas. Al mismo tiempo, hubo otros que afirmaron que lo único que importaba era el ambiente. Decían que en el desarrollo del carácter la genética carece de importancia; el

ambiente es omnipotente. En el año 1925, J. B. Watson pudo escribir:

«Dadme una docena de niños sanos, bien formados, y mi propio mundo específico para introducirlos en él, y yo garantizo que tomando uno al azar y entrenándolo le haré llegar a ser cualquier tipo de especialista que yo seleccione —médico, abogado, artista, comerciante, jefe e incluso mendigo y ladrón, independientemente de las capacidades, peculiaridades, tendencias, talento, vocaciones y la raza de sus antepasados. No existe ninguna de esas cosas como la herencia de la capacidad, del talento, temperamento, constitución mental y carácter.»

La opinión actual, si pudiera resumirse, establecería que la genética es importante, que el ambiente también lo es y que cada niño parece seguir su propio curso, con escasa relación tanto con la genética como con el ambiente. Los propios padres crían niños bastante diferentes entre sí, diferentes de ellos, y ya desde el momento de su nacimiento. E. Glover escribió: «Tenemos buenas razones para considerar que en el espacio de más o menos una semana del nacimiento, los niños manifiestan de forma primitiva todos los diversos tipos de respuesta que forman parte de la caracterología del adulto.» M. M. Shirley hizo el mismo tipo de afirmación: «Cada bebé presenta un modelo característico de tendencias de personalidad, que cambia poco con los años.»

Cada niño, para alcanzar su objetivo particular, procede también a su propio paso. Algunos más tardíos recuperarán el tiempo con creces, otros sencillamente lo recuperarán, o se quedarán atrás. De modo semejante para delicia inicial de padres ansiosos, hay algunos que avanzan constantemente, realizando grandes cosas con bloques de construcciones, tarjetas con dibujos y el aseo, pero que luego se quedan atrasados cuando las situaciones son más exigentes y requieren otros atributos de más valor. Cada niño es guiado/ayudado por dos aficionados, sus padres, a lo largo de un único camino hacia una multiplicidad de destinos, por lo que no debemos maravillarnos de que las verdades generales estén enmascaradas por

tanta diversidad. Existen muchísimas contradicciones. Albert Einstein no habló hasta que tuvo cuatro años. Illingworth registra el caso de un niño que fue incapaz de sentarse hasta los diecinueve meses, o caminar hasta los trece meses, y cuyo CI en cambio, demostró estar por encima de la media; y el de otro niño que podía darse la vuelta sobre sí a los dieciocho meses, arrastrarse a las veintidós semanas, levantarse a las veinticinco semanas, caminar (ayudándose de los muebles) a las veintiséis semanas, y caminar solo a las treinta y siete semanas, cuyo CI estaba entonces por debajo de lo normal. La única regla de oro establece que no hay niño que esté realmente retrasado, siempre y cuando lo esté solamente en un campo y resulte normal en los demás. Los retrasados mentales están retrasados en todas las áreas del desarrollo, a excepción tal vez de la acción de sentarse y de caminar.

Lesión cerebral. En cuestión de anomalías mentales, no siempre se llama al pan, pan, y al vino, vino. Se utilizan palabras como atrasado, tardío e incluso excepcional en un esfuerzo de disimular o «disfrazar» alguna anomalía, y posiblemente con el deseo de que la subnormalidad sólo sea temporal o pasajera. Esta práctica puede ser loable, pero también puede conducir a un error. Así es, especialmente cuando se utilizan términos como daño cerebral y lesión cerebral. La indudable implicación que resulta es de que se ha producido un daño o una lesión, y por lo tanto, que alguien o algo han provocado esta situación patológica.

Un autor ha añadido que, a su juicio, dichas dificultades han sido incluidas bajo el encabezamiento de lesión cerebral. Éstas eran hiperactividad, tendencia a la distracción, torpeza, escasa integración muscular, percepción defectuosa, extrema sensibilidad, comportamiento imprevisible. Otros autores se han extendido aún más, añadiendo a la lista los individuos con síndrome de Down y los microcéfalos. Resulta netamente incorrecto sugerir la existencia de lesión cerebral en esos casos: el síndrome de Down, por ejemplo, se debe a la posesión de un cromosoma supernumerario. Como consecuencia de la he-

rencia hay varios órganos que no se desarrollan en forma normal, pero no es que hayan sido lesionados. Así pues, ¿dónde debemos trazar en un cerebro defectuoso o afectado la línea de división entre la lesión y alguna causa natural? La respuesta, aunque irritante, es que debe restringirse la calificación de cerebro lesionado a aquellos cerebros que realmente han sido lesionados.

La parálisis cerebral es el término que agrupa varias afecciones caracterizadas por parálisis que tiene lugar en la infancia o en la primera niñez. Aproximadamente la mitad de ellos son espásticos —están afectos por espasmos— pero todas las formas de parálisis cerebral se manifiestan antes de los tres años. (Es extraordinariamente lamentable que tantas palabras con significado neurológico preciso y desgraciado —cretino, parálítico, espástico— se utilicen frecuentemente sin cuidado, aplicadas de cualquier manera en textos en los que no viene al caso. Confiando en modificar esta desgraciada tendencia, voy a explicar un chiste, con el deseo de que los lectores, en lo sucesivo, sean más cautos en su lenguaje. Una noche, un taxi fue llamado para un servicio desde un bar. «Aquí tiene alguien para llevar a casa. Ha ido demasiado lejos para volver solo; en realidad, está paralizado.» Entre varios de sus compañeros de juerga, consiguen meter al hombre en el asiento posterior del taxi. El taxista encontró su dirección en la cartera y lo llevó a su casa, con gran dificultad consiguió subir al hombre hasta la puerta de la casa, llamó al timbre y le dijo a la mujer que abrió la puerta: «Aquí le traigo a su marido, pero está bastante fastidiado.» «Ya lo veo», le contestó ella, «pero ¿qué ha hecho Vd. de su silla de ruedas?»)

Lo que resulta incluso más frecuente que la parálisis, es la deficiencia mental. Uno de cada quinientos niños nace con parálisis, frente a uno de cada treinta con deficiencia mental grave (o un CI inferior a 70). Se dice que los adultos con inteligencia infantil tienen un CI entre cincuenta y sesenta, y las cinco sextas partes de deficientes mentales se encuentran dentro de esta categoría. La sexta parte restante, una cifra aún muy superior a la de los parálíticos, tienen un CI inferior a cincuenta.

Las víctimas de la parálisis cerebral, aunque sufran un defecto cerebral, pueden tener y a menudo tienen, una inteligencia normal, lo que hace que las aberraciones neuromusculares sean aún más agravantes.

Existen muchas más variedades de disfunción cerebral (descritas en los capítulos correspondientes a anomalía y lesión), pero el objeto de mencionar la parálisis y la deficiencia mental en este contexto del nacimiento y el desarrollo es el de subrayar el hecho de que algunos casos de subnormalidad son causados por el propio proceso del nacimiento y el desarrollo. Nadie sabe cómo ni en qué grado, además del deterioro de la anoxia y del trauma del parto, existe también el deterioro causado por una placenta inadecuada (o por una placenta que disminuya antes de tiempo), por un pequeño ombligo o por los fármacos ingeridos por la madre. La anoxia es el factor mejor conocido, porque es posible monitorizarlo durante todo el tiempo, y la parálisis es el más fácilmente detectable, ya que el control muscular es satisfactorio o no lo es; pero pueden existir otras causas y efectos, siendo unas y otros igualmente indeterminables. Una madre fumadora tendrá un bebé menor que el promedio normal (en unos 210 g), pero nadie se ha quejado nunca de que los bebés de fumadoras tengan menos (o más) inteligencia, y estén menos (o más) capacitados de lo que podrían haber sido sin la adición obligada de su dieta umbilical, y después de su nacimiento, sin su inhalación. Incluso los fetos de madres no fumadoras, pero de padres que sí lo son, presentan una diferencia detectable, habiendo sufrido lo que se llama «fumar en tercer grado». Sin duda alguna, el deterioro cerebral tiene lugar durante el desarrollo, el nacimiento y la infancia, pero resulta todavía imposible cuantificarlo exactamente.

Tamaño de la cabeza, tamaño del cerebro. En numerosos libros los párrafos dedicados a este tema hacen referencia a la capacidad craneal de Ivan Turgueniev y de Anatole France. Nunca se encuentran referencias a Guy de Maupassant, León Tolstoi o Máximo Gorky, con lo que se despierta

nuestra curiosidad. ¿Por qué precisamente estos dos escritores, y a qué viene ese entusiasmo por su capacidad craneal? La primera respuesta es que se han medido muy pocas cabezas de muertos, y de las pocas que han sido distinguidas de esta forma, las de Turgueniev y de France han resultado las más extraordinarias: el cerebro del ruso era de tamaño doble al del francés.

En cierto modo la práctica de medir capacidades craneanas alcanzó su culminación desde su mismo principio. El 15 de mayo de 1832, los principales médicos franceses se reunieron para practicar la disección del cuerpo del mayor científico francés, el barón Georges Cuvier. No hallaron nada significativo en su tórax, pero fueron compensados cuando examinaron el «instrumento de su potente inteligencia», como lo denominó el médico director. Era de una talla superior con mucho a lo normal, mayor que cualquier otro cerebro correctamente formado que hubiera sido anteriormente analizado, llegando a pesar 1,830 kg. Al parecer, Oliver Cromwell y Jonathan Swift, aunque hay pocas pruebas, tuvieron cerebros de calibre semejante, pero Cuvier ofreció la primera prueba detallada de que un gran cerebro proporciona una gran inteligencia. A partir de esta simple medición se obtuvieron numerosas conclusiones. Por ello se dijo que los individuos con cráneo reducido, tanto a nivel individual como racial, eran menos inteligentes.

El interés por el tamaño del cráneo y del cerebro volvió a despertar y a alcanzar el máximo cuando Paul Broca, justamente inmortalizado en el área de Broca, afirmó tajantemente que el estudio del tamaño del cerebro «perdería la mayor parte de su interés y de su utilidad» si la variación del tamaño fuera poco importante. Fue un gran medidor de cerebros, si no el mayor, y por supuesto citaba a Cuvier como el caso número uno. Desgraciadamente, al cabo de treinta años de su medición, otros investigadores insistieron en que ya no quedaba prueba de ello. No se había conservado el cerebro, y ni siquiera existía la prueba correspondiente del tamaño del cráneo, ya que no había sido medido ni conservado. Broca consiguió hallar un sombrero de Cuvier, y se demostró que correspondía a la ma-

yor talla standard, pero que no resultaba excepcional ni único. Finalmente, tal como suele suceder en estas historias, alguien descubrió (sesenta años después del hecho) que el cráneo de Cuvier había sido medido, pero que solamente había sido grande y no colosal.

Turgueniev entró en la historia cuando su cerebro superó al de Cuvier en 182 g, lo que desencadenó la caza de alguien que tuviera un cerebro aún mayor. En la primera década del siglo XX, habían sido medidos un total de 115 hombres eminentes, pero no pudo hallarse ningún tipo de correlación entre la brillantez cerebral y el tamaño del cerebro. Walt Whitman, sin lugar a dudas un talento, entró en las listas con solamente 1,282 kg, una ligera ventaja sobre uno de los primeros pesos ligeros registrados, Franz Gall, el fundador de la frenología (y descubridor de numerosos elementos neurológicos de mayor valor). Cuando murió Anatole France en 1924, y su cerebro dio unos escuálidos 1,017 kg ó 995 g menos que Turgueniev, el interés en el tema de la craneometría estaba si no en plena perplejidad, sí desvaneciéndose.

No obstante, resulta extraño que el tamaño del cerebro sea tan aberrante. Un gorila adulto macho tiene un cerebro de 560 g de peso. Los demás monos antropoides tienen cerebros menores, pero sus cuerpos también son menores. Los varones adultos tienen cerebros que pesan por término medio 1,400 kg, mientras que sus cuerpos son bastante menores que los de los gorilas macho. Es evidente que el tamaño del cerebro no carece de interés, y cualquier humano corriente posee un cerebro que por lo menos dobla en tamaño al de un mono corriente. Por ello, resultaría razonable esperar que los humanos más inteligentes, demostrando una brecha intelectual más profunda entre el mono y el hombre, tuvieran cerebros que confirmaran palpablemente este punto; pero no es así. Por descontado que la brillantez puede tener su origen en una elevada cifra de conexiones neurales o de neuronas, más que de la masa, pero estas mediciones aún no están disponibles. Por el momento, entendemos por capacidad craneal todo lo que se pueda contar convenientemente.

Así pues, para terminar esta discusión, ¿qué ha ocurrido con el cerebro más extraordinario de los últimos tiempos? y ¿era muy grande? Bueno, pues ese órgano tan importante fue extraído después de la muerte de su poseedor en el año 1955 y en la actualidad se encuentra en un bocal en Wichita, Kansas. Si alguien ha medido su capacidad, aún no se han anunciado los resultados. Por ello, de momento, todavía hay un número desconocido de centímetros cúbicos frente al cerebro y al nombre de Albert Einstein.

SEGUNDA PARTE

Los libros de anatomía y de fisiología no se leen nunca en la cama. Los nombres, situación y funciones de las diversas partes del sistema nervioso pueden tomar el aspecto de una tabla de horarios de trenes. Hemos realizado aquí un considerable esfuerzo para romper esta norma general, pero los tres capítulos de la Segunda Parte pueden resultar muy densos. Pueden saltarse, pero el precio que se pagará por este sentido común es que varias palabras que se encontrarán después en el texto aparecerán sin más introducción. La enumeración de las partes siempre resulta difícil, por no decir tediosa, pero incluso las tablas de horarios tienen su utilidad, y este libro quedaría simplemente inadecuado sin los capítulos de la *Segunda Parte*.

IV. ANATOMÍA

Es altamente deshonesto para un espíritu razonable vivir en una mansión tan divinamente construida como el cuerpo en el que reside, desconociendo totalmente su exquisita estructura.

Robert Boyle

La necesidad de una historia consistente del cerebro y los nervios y la forma deslucida y carente de sentido con que se suele hacer ver el cerebro, pueden autorizar cualquier novedad en la forma de tratar el tema.

Charles Bell, *Idea of a New Anatomy* (1811)

Historia. La humanidad descubrió la pólvora, la naturaleza del Universo, la máquina de vapor, la vacunación, el Antártico, la democracia y los globos mucho tiempo antes de que comprendiera algo del cerebro, que le proporcionaba el impulso y la inteligencia para realizar todas estas cosas. Había diversas razones: una devoción inamovible a las enseñanzas de la antigüedad, los obstáculos (de la Iglesia, del Estado y de casi todo el mundo) a la práctica de la disección, y la escasa disposición a colocar la inspección visual por encima de los textos aceptados, así como, por descontado, la natural complejidad del tema. Incluso así, a pesar de la cultura griega, de los árabes, el Renacimiento, el florecimiento de la medicina en el siglo XVII, la invención del microscopio y el nacimiento de la ciencia moderna, la cantidad de información correcta reunida acerca del cerebro hacia 1800, resultaba deplorable.

En realidad, la neurología no avanzó como tema hasta la llegada de la frenología. Esta ciencia confusa actuó como un catalizador, como un tábano, estimulando la investigación cerebral como muchas veces lo han logrado las guerras en otros campos.

Es el momento de considerar, a grandes rasgos, cómo surgió el conocimiento actual del cerebro. Desde nuestro punto de vista moderno, resulta extraño que el principal interés radicara al inicio en los ventrículos, luego en las circunvoluciones, y más recientemente en la corteza o córtex. Esto es una inversión de la verdadera situación, ya que el córtex es lo principal, las circunvoluciones lo son menos, y los ventrículos aún menos. No obstante, aunque la mayoría de nosotros apenas sabe que tiene ventrículos, resultaron de un interés supremo durante más de mil años, siendo el tema de notables controversias y el supuesto centro del intelecto.

Igual que la historia de otras ciencias, la historia de la neurología es un asunto de numerosos primeros; quién hizo aquello y cuándo, con lo que resultaron ser los pioneros. Se dice tradicionalmente, que Alcmeón, un discípulo de Pitágoras, fue el primero que llamó la atención sobre el cerebro. Era disector de animales, y distinguió entre arterias y venas, describió el nervio óptico y la trompa de Eustaquio, creyó que los machos cabríos eran capaces de respirar por las orejas (lo que tampoco es un disparate enorme, considerando las trompas de Eustaquio), y estableció que el centro de la inteligencia era el cerebro y no el corazón. Él y los griegos posteriores resultaron inconcretos —por decirlo del mejor modo— en lo referente a la fisiología del cerebro, pero creyeron que su tejido, de alguna forma, era capaz de organizar la inteligencia. Los escritos de Alcmeón, considerados como los primeros de su género, fueron de hecho precedidos por los libros de texto egipcios, escritos casi dos mil años antes, tales como la Instrucción n.º 6 del Papiro Smith: «Cuando examines a un hombre con una herida en la cabeza... hay algo allí que palpi-ta (y) vibra debajo de tus dedos, y que se parece al punto débil en la cabeza de un niño, que todavía no se ha endureci-

do.» En ese tiempo, para el resto del mundo, los egipcios estaban en otro planeta, pero en el papiro no existe ninguna frase que considere el cerebro como el centro de la inteligencia. Eso tuvo que esperar 500 años hasta que llegara Alcmeón de Crotona.

Fue Herófilo de Alejandría quien, unos 300 años a.C., reparó por primera vez en los ventrículos, las cavidades situadas en el interior del cerebro, pero fue Galeno quien subrayó su importancia, proporcionando una descripción correcta. Todo lo que estableció Galeno en el segundo siglo a.C. se convirtió en una biblia, de modo que el criticar cualquiera de sus afirmaciones era considerado una especie de blasfemia. Si algo no se parecía a lo que él había descrito, o bien los cuerpos habían cambiado desde entonces, o el cuerpo que había observado Galeno debía estar enfermo o malformado. Su palabra —por ejemplo, que la sangre no circulaba, sino que fluía y refluía— fue virtualmente una ley durante más de mil años. No obstante, no fue dogmático acerca del papel de los ventrículos, y expresó sus dudas sobre la parte que desempeñaban en la función cerebral. No todos sus sucesores hicieron lo mismo, como Nemesio, Obispo de Emesia, y San Agustín, quien en el siglo IV propuso la llamada Doctrina de la Celda. Descartando al propio tejido cerebral, consideraron que la primera celda (nuestros ventrículos laterales) era la sede del sentido común y la imaginación, la segunda celda (nuestro tercer ventrículo) controlaba el pensamiento, la razón y el juicio, mientras que la tercera celda (nuestro cuarto) era el centro de la memoria. En la actualidad, resulta rara para nosotros la idea de que un líquido (el líquido cefalorraquídeo) posea estas funciones, y que se deseche el tejido cerebral como si no fuera más que una caja de embalaje, pero más extraña todavía fue la aceptación de la Doctrina de la Celda durante un milenio.

En un manuscrito del siglo XI se encuentra el primer dibujo (en Occidente) de la función cerebral. Considera el hígado, el corazón, los testículos y el cerebro como los «cuatro principales miembros humanos», e incluye la «fantasía, el in-

telecto y la memoria» como las tres facultades mentales residentes en los ventrículos cerebrales. Por ello, nada había cambiado, y Avicena (siglos X-XI) contribuyó con todo su peso médico y su prestigio a la Doctrina de la Celda. La convirtió, como dijo un autor, en canónica, pero cambió el número de ventrículos de tres a cinco. Hubo otros autores que no solamente copiaron servilmente la consideración tradicional de la importancia de los ventrículos, sino que casi todas las cabezas se dibujaron mirando a la izquierda. Eran épocas de notable adhesión a los dogmas heredados. El hecho de que la Biblia y el Corán hubieran sido escritos varios siglos antes, no les restaba autoridad: todo lo contrario, su antigüedad les confería aún un mayor respeto. Sospechamos que debió ocurrir algo parecido con la Doctrina de la Celda. En su tiempo, la teoría fue venerada, impregnada de tradición, y tal vez sujeta a alguna enmienda, pero jamás arrojada por la borda. En el mundo de los árabes todo resultaba más formal y estilizado debido a la hostilidad de los musulmanes ortodoxos hacia cualquier representación del cuerpo humano. Por ello, aunque conocieran la verdadera forma del cerebro humano, no podían dibujarlo.

El Renacimiento, cuando llegó, fue verdaderamente un nuevo nacimiento más que un acontecimiento totalmente nuevo, por lo menos en lo relativo a las descripciones anatómicas. En lugar de una ciencia heredada y de la repetición constante de una doctrina polvorienta, los italianos en especial comenzaron a comportarse como los antiguos griegos. Mondino de Luzzi escribió en el año 1316 el primer manual práctico de anatomía, loable por su carácter pionero, pero de pobres resultados. Al hígado se le atribuyen cinco lóbulos en lugar de dos; el corazón tiene tres cavidades en lugar de cuatro, al útero se le asignan hasta siete cavidades, y el cerebro es controlado por un «gusano rojo», es decir, el plexo coroides. Mondino deseaba introducir un aire revolucionario, pero las reglas de Galeno eran aún muy fuertes. Así se describieron datos que no podían ser confirmados mediante pruebas anatómicas. Incluso Leonardo da Vinci, a finales del siglo XV

y principios del XVI, no pudo romper la presa asfixiante de la antigüedad y de la Edad Media. Fue el primero en tomar moldes de los ventrículos cerebrales (utilizando un buey), y el primero en numerosos terrenos, pero todavía denominó los ventrículos de forma semejante a la Doctrina de la Celda. Por ello, la cuidadosa anatomía del Renacimiento todavía llevaba la impronta de la enseñanza tradicional (y errónea).

Los trabajos de Vesalio representaron un escalón que, según J. M. Ball, fue como «pasar de la oscuridad a la luz». Vesalio estuvo entre los mayores médicos del Renacimiento. Andrea Vesalio, ladrón de cuerpos (de los patíbulos), extraordinario anatomista en su época (si no de todas las épocas), llamado Vesanius (loco) por su maestro, y nombrado profesor de cirugía en Padua a la edad de veintitrés años, fue el primero en resquebrajar la solidez del edificio galénico. Este proceso fue gradual, a medida que iba descubriendo errores, como la imposibilidad de encontrar un agujero entre los dos ventrículos cardíacos (un hecho crucial para los trabajos de Harvey un siglo más tarde). Una persona tan adelantada para su época, y en el tiempo en que imperaba la Inquisición (abandonó Padua por Madrid) tenía forzosamente que incurrir en las iras de la autoridad, por lo que a los treinta años sus días de anatomía habían concluido. No murió hasta transcurridos veinte años más, pero había nacido la anatomía humana como tema, siendo Vesalio su padre indiscutible. Sin embargo, incluso él, que no era un discípulo de Galeno, dibujó bastante bien los ventrículos cerebrales, pero los consideró reservorio de los espíritus animales responsables de las actividades sensoriales y musculares del cuerpo. Galeno mantenía todavía su poder 1.300 años más tarde.

A pesar de Vesalio, a pesar de Leonardo y otros artistas-anatomistas, y a pesar de que se abrieron numerosos cráneos desprotegidos durante las interminables guerras de la Edad Media, nadie manifestó aún interés por la característica más evidente e inmediata del cerebro, sus circunvoluciones. Los antiguos griegos se habían interesado, y como carecían de un dogma estelar que los guiara, Erasístrato de Alejandría pensó

(en el siglo III a.C.) que los giros parecían intestinos. Se equivocó en que no están formados por un tubo continuo, pero por lo menos los había mirado y había intentado describirlos. Entonces llegó Galeno, que simplemente negó que las circunvoluciones resultaran importantes para cualquier tipo de actividad cerebral. Hasta 1345 no se hizo el primer dibujo de los giros, pero incluso entonces resultó deficiente y poco convincente, ya que para rebajar aún más el interés se llevó a cabo con el cerebro de un buey y no un cerebro humano. Otro problema, doblemente desgraciado después de la brillante devoción de Vesalio por la exactitud, fue que los artistas comenzaron a dibujar de nuevo en forma esquemática o simplemente equivocada. Arcangelo Piccolomini (siglo XVI) dibujó un cerebro humano, que se parecía más a una representación árabe antigua. Giulio Casserio, cuya vida expiró en el siglo XVII, no fue menos culpable: insistió en que sus dibujos superaban con creces a todo lo publicado anteriormente en «belleza, claridad y finalmente en artesanía y preocupación», pero dibujó un cerebro humano que más bien parecía las asas continuas y ondulantes del intestino delgado. La cara de este dibujo es excelente, un explorador barbudo y tosco: el cerebro, expuesto bajo la piel retirada hacia atrás, no es más que un disfraz.

El resto de todo el siglo XVII contiene paradojas semejantes. Por ejemplo, entre los diversos pioneros fascinados por la función cerebral se encontraban Thomas Willis (del polígono de Willis, el sistema vascular situado debajo del cerebro) y Franciscus de le Boë (o Sylvius, el de la cisura de Silvio). Éstos fueron los dos primeros que propusieron que la corteza cerebral posee un significado funcional, cosa que nunca se había oído antes, con lo que indudablemente colocaron el primer peldaño de la escala de la moderna neurofisiología, a pesar de que sus dibujos resultaron inadecuados respecto a sus ideas. (El dibujante del libro *Cerebri Anatome* de Willis, publicado en el año 1664, fue nada menos que Sir Christopher Wren, entonces ya uno de los padres fundadores de la Real Sociedad, y a punto de empezar, por culpa del Gran In-

cendio, la casi solitaria tarea de reconstruir las iglesias del centro de Londres, incluida la catedral de San Pablo.)

René Descartes, la influencia opuesta en el siglo XVII a Willis y Sylvius, fue un filósofo que confirió su autoridad personal a los ventrículos añadiendo el cuerpo pineal a su organización central. Definió esta modesta protuberancia como la sede del espíritu, que lo controlaba todo a través de los ventrículos. La corteza cerebral mereció muy poco espacio en sus escritos, pero los dibujos contenidos en sus trabajos constituyeron la representación más absolutamente cuidadosa hasta entonces de las circunvoluciones en toda la historia del interés del hombre por su cerebro. El antiguo poder de los ventrículos aún planeaba, gracias a uno de los mejores intelectos de la época, pero conjuntamente con la primera mención real del importantísimo córtex (o corteza) cerebral. Desde el punto de vista médico, se trataba de un siglo de transición, en el que la adhesión a la tradición se unió al nacimiento de un novísimo pensamiento.

El hecho de que se hubiera mencionado la corteza, no significó una revelación instantánea acerca del papel que desempeña. Al inicio del siglo XVIII, Marcello Malpighi (de los túbulos renales de Malpighi) creyó que el córtex era glandular. Frederick Ruysch afirmó que consistía en una serie de vasos sanguíneos (suponemos que debido en parte a que era un fanático de los vasos sanguíneos, habiendo aprendido una técnica de inyección de éstos con una sustancia que luego solidificaba). Y Anton van Leeuwenhoek, uno de los primeros grandes microscopistas, el primero en observar bacterias y protozoos, creyó que la corteza estaba constituida por «glóbulos». (Como inciso, muchos aprendices de microscopista, especialmente si son miopes, lo ven todo en forma de glóbulos.) El principal mérito de estos tres acertijos diferentes estaba en su papel estimulador para que otros observadores lo acertaran más exactamente.

El enredo final de la historia de las neurociencias llegó cuando un erróneo entusiasmo se apoderó de todas las anteriores ideas, con consecuencias de largo alcance. Franz Jo-

seph Gall, que vivió en el siglo XIX, propuso la noción de que determinadas áreas cerebrales eran las responsables de algunos atributos mentales. De esta idea nació la frenología, el mapeo específico del cráneo para las diferentes facultades que se encuentran debajo de sus desiguales abolladuras. El propio Gall era un hombre modesto y diligente, pero un alumno suyo, Johann Caspar Spurzheim, propulsó la frenología con más energía y pasión de la que nunca puso Gall. Durante los primeros años del siglo XIX fue un culto que tuvo una influencia desordenada, ampliamente popular. En la década de 1830 desapareció tras haber sido sobrepasada, pero había desempeñado un papel útil. Había llamado la atención sobre la superficie cerebral más que hacia sus ventrículos. La frenología en sí tuvo un objetivo equivocado, pero cualquier cosa que atrajera la atención del hombre hacia la corteza estaba destinado a tener un buen fin.

Además, todo empezó a suceder a una velocidad nunca conocida anteriormente. La microscopia, la anatomía, la fisiología estaban avanzando en un frente amplio. La fotografía también desempeñó su papel, ya que la primerísima litografía del cerebro humano se tomó en 1854 (por Emil Huschke). En el espacio de pocos años, las circunvoluciones de los giros y los surcos alcanzaron, como dijeron Edwin Clarke y Kenneth Dewhurst, «lo último en cuanto a representación pictórica».

El estadio final, no por el conocimiento total de lo que es el cerebro sino en el montaje del cuadro de todo el esfuerzo neurológico moderno, llegó también en la última mitad del siglo XIX. Diversos investigadores, especialmente en París, Berlín y Londres demostraron la excitabilidad de la corteza y sus funciones precisas y localizadas. Las localizaciones no eran tal como habían predicho los frenólogos a principios del siglo, sino como dijeron los precoces entusiastas, con abultamientos aquí y allá, para esto y para lo demás, y tenían razón. Y lo más importante de todo, es que estimularon a otros a comprobar que la función *está* representada en la corteza, en la capa superficial del cerebro. En el momento en que Wil-

der Penfield y otros investigadores de Montreal estimulaban directamente el córtex de pacientes conscientes, registrando todas las reacciones, la historia del pensamiento precoz del hombre acerca de la función cerebral había llegado a su fin. Habían transcurrido veinticinco siglos desde que Alcmeón de Crotona había propagado por primera vez estas ideas y, con la llegada de la estimulación cortical directa, se había iniciado la era moderna. La tosca anatomía del cerebro actual ya no constituye un tema de conjeturas, dogmas, doctrinas y discusiones filosóficas. En lugar de ello, está ya detallado en los libros de texto, como si los hechos descritos hubieran sido conocidos desde siempre.

Enumeración de las partes. Existen muy pocas cosas, si las hay, notablemente exquisitas —por utilizar el término de Robert Boyle— en la estructura del cerebro humano. Anatómicamente hablando, es un desorden, un elemento disuasorio desde el principio. El cerebro de un pez es en comparación un modelo de derecha, con sus abolladuras bien visibles y geográficamente ligadas a los órganos de los sentidos con los que están relacionadas. De hecho, un cerebro humano y todos los cerebros superiores sólo pueden tener sentido si se recuerdan sus orígenes ancestrales, si puede recordarse la sencillez del pez. El problema está en que los cerebros más avanzados no son una extensión de los más sencillos, sino un ensanchamiento (principalmente) de una parte de ellos, del cerebro anterior. Una situación paralela la tendríamos si el estómago se hubiera dilatado enormemente, para esconder y reducir al enanismo al intestino y destruir la sencillez evidente del tracto digestivo. Si se desnuda el engrandecido cerebro anterior, ávido de todo el espacio disponible, por lo menos el cerebro ancestral es detectable, amontonado, distorsionado y arrugado debajo de los hinchidos hemisferios, que han ocupado las cinco sextas partes del cráneo.

La enumeración del cerebro y de sus partes debió idearse para asegurarse de que todos los estudiantes de medicina se lo tomaran en serio. No resulta fácil, ya que los nombres en

griego, en latín y en otra lengua compiten entre sí, mientras que determinadas partes, como ocurre en geografía, llevan el nombre de su descubridor, como Broca, Willis, Variolo, Monro, Reil, Rolando. Otro motivo de confusión es que los antiguos autores gustaban tanto del nombre griego *cerebrum* (que significa cerebro), que lo aplicaron por dos veces. Por ello, ahora tenemos los hemisferios cerebrales, que se desarrollan a partir del cerebro anterior, y también los hemisferios cerebelares, que son totalmente diferentes y surgen del cerebro posterior. Como resultado de todo esto tenemos la corteza cerebral, el cerebro, el cerebelo y la corteza cerebelar, relativas ya sea a los hemisferios cerebrales o cerebelares, y ¡ay de que se le ocurra a cualquier estudiante confundir estas dos estructuras bastante separadas! (La lógica original era que el cerebelo, par y con una hendidura semejante a la de una nuez, tuviera el aspecto de un pequeño cerebro.)

«La ontogenia resume la filogenia» es una venerable frase biológica —el desarrollo del individuo reproduce la evolución de su especie—. Esto es desde luego cierto en el caso del desarrollo del cerebro humano, ya que el tubo neural embrionario se dilata en su extremo anterior, y por lo menos al inicio, mimetiza el desarrollo cerebral de los vertebrados primitivos. La nomenclatura del cerebro humano obedece también en parte a la antigua estructura. Como en cualquier tetrápodo, primitivo o avanzado, hay una medula espinal y luego un cerebro posterior, un cerebro medio y un cerebro anterior. Resulta mucho más difícil detectar estas tres secciones en el cerebro humano que en el de los peces o de los anfibios, y como reflejando esta diferencia, las tres secciones humanas se llaman también romboencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo. Este último está aún subdividido en diencefalo (o cerebro intermedio) y el telencefalo (o cerebro final). Estos nombres no son los que intercambiaría un cirujano con un colega, pero, en cambio, colocan al cerebro humano en su dimensión filogenética o evolucionaria, identificando sus compartimentos fundamentales.

El siguiente conjunto de nombres, que son los que utilizan

los cirujanos, se refieren a las partes del cerebro que se han desarrollado, durante la ontogenia humana, a partir de esas tres (o cuatro) zonas básicas. Empezando otra vez desde atrás y desde la medula espinal, son: el cerebelo (en orden lo más alejado posible del cerebro, y unido al tallo cerebral mediante tres pedúnculos o pequeños pies), el bulbo raquídeo (llamado en ocasiones medula oblongada, para subrayar que esta parte del cerebro es extrañamente más larga que ancha, alargada y no en forma de masa), la protuberancia (*pons* o puente llamado a veces de Valorio —y no porque exista otro *pons*—, que une el cerebro posterior con el medio), y el propio cerebro medio (que es pequeño, midiendo menos de 2,5 cm en cualquier dirección). También tiene diversas partes, como el techo, el tegmento y los pedúnculos cerebrales. Éstas también pueden subdividirse, y el techo, por ejemplo, se divide en los tubérculos cuadrigéminos superiores y en los tubérculos cuadrigéminos inferiores, o si estos nombres no suenan, el colliculus superior y el inferior.

En otras palabras, los nombres abundan por todos lados. Tienden a ser largos, grecorromanos y no muy pronunciables por nuestra lengua. Como medida de alivio, la totalidad del cerebro medio, el puente y el bulbo raquídeo se llaman colectivamente el tallo cerebral, por la razón simple, adecuada y concreta de que actúan del mismo modo y se parecen al tallo de una planta coronado por la gran masa de los hemisferios cerebrales. Un riesgo particular es el hecho de que los biólogos y los anatomistas humanos, trabajando conjuntamente, hayan denominado a veces la misma —o semejante— estructura con dos nombres en el hombre y en el reino animal. Del mismo modo, o por el contrario, en algunos casos han tomado un nombre para identificar una parte que sólo es semejante y no la misma. Ya que el *Homo* se consideró largo tiempo como un ser aparte del resto de la naturaleza, los anatomistas humanos y animales deberían desconfiar cada uno de las denominaciones del otro. Éstas no siempre coinciden.

En el extremo del cerebro se encuentra el cerebro anterior, las cinco sextas partes del volumen craneal que resultan

tan críticas. Otra vez, empezando desde atrás (aunque el orden no sea tan claro en ningún lugar como en el cerebro medio), el diencéfalo o cerebro medio consiste en el tálamo (a través del cual pasan casi todos los impulsos nerviosos en su trayecto hacia el cerebro superior), el epitálamo (importante para el olfato, y por contener la glándula pineal, sobre la que volveremos), el subtálamo (que desempeña algún papel en la regulación de determinados músculos), y el hipotálamo (muy pequeño —una tricentésima parte del cerebro total—, pero no por eso menos importante, y sobre el que también volveremos a hablar más tarde). Los tres primeros, el tálamo, el epi y el sub, se agrupan a veces para formar el tálamo (aunque no debiera ser así, ya que hay diferenciación), pero en cambio, nadie junta el hipotálamo con otra estructura. Puede ser pequeño, menor que la articulación de un dedo, y con un peso de cuatro gramos, pero es el centro del cerebro anterior para el control del sistema nervioso autónomo que regula la temperatura, el apetito, la sed, el metabolismo del agua, los niveles de glucemia, el crecimiento, el sueño, el despertar y, al parecer, cualquier actividad que se lleve a cabo sin pensar en ese momento. Existen otros elementos del cerebro que se juntan a veces en la lista con el sabio hipotálamo (a pesar de que son muy distintos), como el quiasma óptico (que es lo que dice ser, y donde se cruzan los nervios del campo visual, en su parte nasal o interna, en dirección a la otra mitad del cerebro), los dos cuerpos mamilares (no tienen nada que ver con las glándulas mamarias pero se parecen un poco, y están relacionados con el sentido del olfato), el infundíbulo y la hipófisis, siendo el primero el tallo de la segunda, y siendo esta última —bajo otro nombre— la importantísima glándula pituitaria o hipófisis. Puesto que es una productora de hormonas, con influencia controladora sobre otros órganos productores de hormonas distribuidos por otros puntos, su reducido tamaño (un diámetro de 1 centímetro) es totalmente desproporcionado a su función. Ni ésta ni otros elementos del cerebro deben encasillarse con el hipotálamo, ya que sus funciones no se superponen, pero resulta intrigante que el polifacético hi-

potálamo esté tan cerca de la poderosa hipófisis, actuando uno a través de los nervios y la otra mediante transmisores químicos. Su localización, adecuadamente, es tan central en la cabeza que no puede serlo más.

A continuación, en la enumeración de las partes del cerebro, sigue la segunda porción del cerebro anterior, el telencéfalo, prácticamente formado en su totalidad por los hemisferios cerebrales, la gigantesca masa de tejido responsable de toda nuestra sabiduría. El resto del telencéfalo (o cerebro terminal) está formado por el rinencéfalo (literalmente nariz-cerebro) y los ganglios basales. La nariz o rinencéfalo es la parte más antigua del cerebro anterior, volviendo atrás a los tiempos en que había una lógica para las partes del cerebro. En esa época, la parte de la nariz era la parte más saliente del cerebro, siendo la porción más cercana a la punta del animal y de su nariz. (De modo semejante, los lóbulos ópticos estaban situados uno para cada ojo, por lo que estaban dispuestos más hacia atrás, mientras que el área auditiva quedaba desplazada aún más hacia atrás. Vale la pena recordar las disposiciones arquetípicas del cerebro humano, aunque estas características se hayan perdido seguramente del mismo modo que nuestra cola, nuestra calidad de cuadrúpedos y un estilo de vida más sencillo.)

Pero incluso en los días antiguos, cuando el rinencéfalo estaba situado tan adecuadamente, debe haber tenido alguna misión más que el sentido del olfato. Algunos de los más sencillos y primitivos vertebrados tienen poco más que un rinencéfalo por cerebro anterior, y como éste finalmente se ensanchó para dar lugar al área pensante, y como las criaturas primitivas son a menudo capaces de un comportamiento bastante avanzado, como el aprendizaje, puede suponerse que olían y recordaban con sus rinencéfalos. Otras pruebas se deducen del fórnix y del hipocampo humanos. Estas dos partes del rinencéfalo están mejor desarrolladas en el hombre que en algunos animales, con un sentido del olfato altamente desarrollado. No queda claro todavía por qué estamos relativamente bien dotados en este sentido, a pesar de la gran anti-

güedad del rinencéfalo y del notable interés humano por el considerable cerebro humano.

No se sabe gran cosa acerca de los ganglios basales, la porción restante del telencéfalo que no es cerebro. El propio nombre ayuda bien poco, significando nudo en griego (fue lo que Hipócrates utilizó para los tumores en forma de nudo antes de que Galeno adoptara la palabra y la utilizara en el sentido de haces nerviosos semejantes a un nudo). Los invertebrados tienen abundantes ganglios, notablemente distribuidos por pares, pero no se observa aspecto alguno de nudo en los ganglios humanos basales. (Algunos los llaman núcleos basales, como si esta última acepción no estuviera ya superutilizada en todas las ramas de la ciencia.) De todas formas, son bastante grandes, relativamente a todas las demás partes no cerebrales del cerebro, están formados por sustancia gris (frente a la sustancia blanca del cerebro), y la mayor parte del conocimiento actual acerca de su función se ha logrado estudiando su disfunción ocasional. Si los ganglios basales están afectados, el paciente puede experimentar temblor (como en la enfermedad de Parkinson) o rigidez, o los movimientos involuntarios de la corea (como en el mal de San Vito). Los ganglios están claramente implicados en el movimiento muscular, pero cómo o por qué, igual que los enigmas del rinencéfalo, son temas que esperemos se puedan desvelar en el futuro.

Hemisferios cerebrales. Y ahora por último, vamos a los hemisferios cerebrales. Cada una de las partes mencionadas hasta ahora, empezando por el cerebelo y llegando al cerebro, es una sexta parte de la masa total en la que pensamos cuando nos referimos al cerebro humano. No obstante, son estos 230 centímetros cúbicos (aproximadamente), que no sólo tienen una máxima afinidad con nuestros antepasados distantes (peces, anfibios, reptiles y mamíferos) sino que nos permiten realizar (casi toda) nuestra rutina diaria, cuando caminamos, nos equilibramos, nos fortalecemos, nos sentimos hambrientos, sedientos, nos saciamos, estamos soñolientos,

despejados y nos comportamos al modesto nivel exigido por nuestra tarea cotidiana común y corriente. Estos 230 centímetros cúbicos son invisibles incluso aunque le quitaran a alguien la parte superior de la cabeza, como un huevo duro, para exponer lo que se encuentra debajo. Lo que es visible entonces es la masa esponjosa, llena de circunvoluciones, cisuras, casi con aspecto nuboso y de color entre rosa y gris de los dos hemisferios cerebrales.

Esta apoteosis de la inteligencia evolucionada, bañada en medio litro de sangre cada minuto, y expuesta a lesionarse en pocos segundos (siete al parecer) si este aporte de sangre se interrumpe, tiene exactamente el mismo aspecto en una raza u otra, entre hombre y mujer y entre un genio y un idiota. Se encuentra entre los tejidos más líquidos del organismo, ya que está formado en un 85 % de agua (por lo tanto, incluso más líquido que la sangre), y los hemisferios no se aguantan ellos mismos correctamente si se extraen de su casilla ósea. Estos hemisferios, núcleo de toda nuestra sabiduría, se desmoronan como jalea blanda. Por supuesto que hay partes en los hemisferios (y docenas de nombres), pero este 85 % del cerebro humano es el que presenta un aspecto más uniforme, sobre todo cuando se compara con las demás partes, ya mencionadas, del otro 15 % restante. El cerebro entero consume una cuarta parte del oxígeno de todo el cuerpo, siendo en su mayoría captado por los hemisferios. Éstos tienen una demanda dieciséis veces superior, en peso, a la del órgano promedio. No obstante, no hay nada fundamentalmente nuevo acerca de la sustancia de los hemisferios humanos: están formados por los mismos componentes que funcionan de la misma manera que en los demás animales con pretensiones de cerebro. La única diferencia externa evidente (aparte del tamaño) está en el grado de circunvoluciones. Igual que ocurre con el feto, cuyos lóbulos son lisos al principio, y lo mismo con el gorila, cuyos lóbulos son ligeramente más lisos que los humanos, y más aún los de una rata, y aún más lisos los de un reptil. Una vez más, la ontogenia resume la filogenia, y un embrión humano parece atravesar las

formas ancestrales antes de poder emerger como un *Homo sapiens*.

A pesar de la confusión eventual, existe una especie de lógica en la forma de la creación cerebral. Supongamos, para hablar en forma sencilla, que hay una exigencia de más tejido cerebral. ¿Cómo puede añadirse de la mejor forma sin destruir la distribución original de un cerebro posterior, uno medio y uno anterior? La ampliación de una de estas zonas posteriores interferiría probablemente con la distribución ya funcional; pero el engrandecimiento de la zona anterior sería como la invasión de un nuevo territorio, como edificar una extensión en lugar de modificar la casa. Al aumentar el cerebro de los vertebrados de unos pocos gramos a más de mil, el incremento se realizó en forma de adición, en su mayor parte en la porción anterior del sistema, donde había espacio para crecer. No obstante, y por hablar sencillamente de nuevo, está claro que no podía expandirse como un balón de goma. Todavía queda el cráneo y los requerimientos de la cabeza. Así pues, el desarrollo del cerebro humano se verifica primero hacia delante y luego hacia atrás, a lo largo de la bóveda de la cabeza, y entonces desde la parte posterior de la cabeza hacia abajo y el centro otra vez. A diferencia de la simple expansión de un balón ordinario, parece más bien a modo de un tubo (o salchicha) que fuera inflado en el interior de una esfera y creciera primero hacia delante, luego hacia atrás y luego hacia su propio interior para volver al punto de partida. No resulta extraño que el cerebro humano sea una especie de mezcla, anatómicamente hablando, ya que los hemisferios cerebrales, tremendamente exigentes, encierran a todos los demás componentes nerviosos y hormonales, como una boa atrapa a su víctima.

O más bien como lo harían dos boas, ya que los hemisferios son dos. Este hecho de tener la mayor porción del cerebro en dos unidades distintas unidas sólo en parte (y en una pequeña parte) tiene enormes consecuencias. El capítulo dedicado a dominancia cerebral intenta explicar esta nueva rareza, además de los inesperados beneficios que entraña un sis-

tema de comunicación en el que cada mitad está casi separada por completo de la otra.

Entre ambas existe un espacio conocido como la cisura longitudinal media (o superior). Ambas mitades, bien a primera vista o incluso tras una segunda mirada, parecen iguales (luego trataremos acerca de esta diferencia) y están unidas por un sólido puente de tejido, el cuerpo caloso (o cuerpo duro). Éste puede verse mirando hacia abajo por el centro de esta cisura central. Cada hemisferio está dividido en cuatro lóbulos, pero son menos patentes que la división central en dos mitades. Los cuatro lóbulos son el frontal (en la frente), el parietal (en su parte superior), el occipital (en la parte posterior) y el temporal (a sus lados). Todos estos nombres han sido tomados de los huesos del cráneo situados aproximadamente sobre estas áreas, pero la correspondencia entre cada hueso y su lóbulo no es en absoluto exacta (hubieran sido de agradecer otros nombres para las partes del cerebro).

Los cuatro lóbulos no resultan igualmente diferentes entre sí. El lóbulo frontal es el situado más adelantado ya que es la parte del cerebro dispuesta enfrente del surco central y por encima del surco lateral. Un surco es una grieta o hendidura, y aunque estas otras palabras hubieran podido servir, se eligió surco. De todos los surcos cerebrales, el más patente es el lateral, ya que corre hacia atrás y ligeramente por encima de la sien hasta detrás de la oreja. También se le conoce con el nombre de cisura de Silvio, tomando el nombre del anatomista francés que la describió en el siglo XVII. En teoría, pero no en la práctica, una cisura es un surco largo, pero los anatomistas no son buenos seguidores de sus propias reglas. La hendidura que llama la atención en segundo lugar es el surco central (o cisura de Rolando, tomando el nombre del anatomista italiano Rolando, del siglo XVIII). Ésta corre a través de la parte superior de la cabeza, de lado a lado, con su vértice ligeramente a popa del punto central. Por ello, los lóbulos frontales, situados por delante y por encima de estas dos principales cisuras, incluyen algo así como las dos quintas partes de los hemisferios cerebrales.

Los tres lóbulos restantes, que poseen los tres quintos que quedan, tienen cada uno por lo menos un margen claramente definido, pero por lo demás son poco precisos. El lóbulo parietal (que toma su nombre del hueso parietal, que deriva del latín pared) empieza precisamente detrás del surco que va de lado a lado (de Rolando), y acaba aproximadamente hacia la mitad de ahí a la parte completamente posterior del cerebro. El lóbulo occipital (*ob caput*: contra la cabeza) va desde el punto medio (que es donde llegaría el surco lateral, o de Silvio, si continuara hasta la parte posterior de la cabeza), hasta la parte extrema posterior del cerebro. Este lóbulo tercero está relacionado principalmente con la vista, y el menor golpe sobre la parte posterior de la cabeza puede tener consecuencias tremendas sobre la vista. El cuarto y último lóbulo, el temporal, yace realmente en el interior de las sienes. Su margen anterior, la cisura de Silvio, es bastante visible, pero el posterior está en realidad donde se supone que acaban los lóbulos parietal y occipital, ya que no existe un surco que marque las fronteras.

A pesar de la importancia de los cuatro pares de lóbulos como continentes básicos del mapa cerebral, no hay una diferencia extraordinaria en su aspecto. Aparentemente, están formados por el mismo molde, marcados por los mismos surcos errabundos, algunos profundos, otros más superficiales, pero debemos considerar que casi las dos terceras partes de la superficie cerebral están sepultadas en estas muescas. La porción que se encuentra entre dos surcos es un giro, según la palabra latina para rollo, que realmente ilustra bien su forma ligeramente aplanada, aparentemente tubular y rechoncha. Los giros parece que transiten por aquí y por allá, sin orden ni razón aparente, como si un niño haciendo rollos de plastilina los hubiera empaquetado y embutido en el espacio de un hemisferio. Se trata realmente de una hemiesfera, ya que el cerebro humano ocupa la mayor parte del volumen de la cabeza, por encima de un círculo trazado a partir de las cejas, a medio camino entre los oídos y hasta la pequeña protuberancia de la parte más posterior de la cabeza. El diámetro

de esta bóveda es de unos 17,5 cm, aunque el cerebro es ligeramente ovoide, siendo más ancho hacia la parte posterior que hacia la frente.

Como un ligero respiro después de toda esta enumeración de las partes del cerebro, y recordando todas las contorsiones de estos giros y surcos, resulta intrigante reflexionar acerca de la aparentemente fortuita precisión de este órgano. Es una anatomía tan vaga y en cambio tan detallada. La paradoja está en todos lados. Pinchemos esta área con un alfiler, y un hombre queda ciego inmediatamente en una parte de su campo visual. Atravesemos su cabeza con una varilla, como le ocurrió a aquel hombre del accidente de Boston, y la víctima puede salir caminando sin nada más que una cojera. Estimulemos esta parte, y el dedo meñique del pie, o la rodilla, o la oreja se darán cuenta inmediatamente de la provocación, contrayéndose absurdamente o siendo totalmente conscientes de ello. Pero tratemos de estimular la ambición en el empuje, la inteligencia, el amor, el odio, la reflexión o la devoción, y no los hallaremos en ninguna parte; por lo menos, hasta ahora. Si un individuo es mil veces superior a otro en aritmética o en memoria, música o investigación científica, no hay nada visible que registre este hecho, nada paralelo a los tendones del corredor o a los músculos de los que se entrenan mucho. El corazón de un individuo corpulento y perezoso tiene este aspecto. El cerebro del individuo más hábil, que se enfrenta agresivamente a cada nuevo problema, no difiere ni en un ápice del de un indolente que nunca se enfrenta a nada, ya que cada día le conduce al siguiente. «Dime dónde está la fuente de la fantasía ¿en el corazón o en la cabeza?», preguntaba la canción de Shakespeare hace casi cuatrocientos años. Es todavía una buena pregunta, siendo el mejor candidato el vibrante, palpitante y apasionado corazón.

Los cuatro lóbulos de los hemisferios cerebrales, con toda la formalidad de su nomenclatura y la demarcación de sus fronteras, no son las entidades totalmente separadas implícitas en esta definición. Están más separados en su funcionalismo que, digamos, los lóbulos hepáticos, pero no existe nada

tan diferenciado como las diversas partes del cerebro posterior, el medio y el anterior que los precede. Hasta cierto punto, reflejan sencillamente el deseo humano básico de crear un orden, de definir, de dar nombre a las cosas, de separar en compartimentos y de subdividir. Desde luego, contribuyen a reducir los citados hemisferios en proporciones más digeribles.

De la misma forma se comportan a su manera los ventrículos cerebrales. Como lagos en un mapa, constituyen nuevos y valiosos puntos de referencia, e igual que el propio cerebro, son un recuerdo distorsionado de un pasado más sencillo. El sistema nervioso central humano es un descendiente directo de la circunvolución neural primitiva que corrió a lo largo de nuestros ancestros prevertebrados. Era un tubo, un pliegue interno de piel exterior, compuesto por tejido nervioso que rodeaba una cavidad llena de líquido. Este tubo neural simple existe también durante un tiempo en el embrión humano. En la mayor parte de su extensión sigue siendo relativamente sencillo, y se convierte en la medula espinal que se extiende de arriba hasta el final de la espalda. Aún es tubular, ya que existe un diminuto canal a todo lo largo. No obstante, y como puede imaginarse, esta simplicidad no podría sobrevivir en el interior del cerebro. Lo que queda es una serie de ventrículos, distorsiones de la cavidad central que mimetizan en su aspecto a las diversas distorsiones del propio cerebro. Denominados según la palabra latina que significa vientre pequeño, los ventrículos son cavidades, pero no en forma de vientre, ya que tienen forma de protrusiones, espinas, rombos y triángulos, que ocupan el espacio que les dejan los pliegues, salientes y protuberancias de las dilataciones del tejido neural de los dos lados.

No obstante, se trata en cierto modo de mojones, y hay cuatro de ellos. El más próximo a la medula espinal, el cuarto ventrículo, está situado delante del cerebelo y detrás del puente. En su extremo superior conecta con el tercer ventrículo, mucho más pequeño, que es poco más que una hendidura en el interior del tálamo (o entre los dos tálamos). El ter-

cer ventrículo conecta, de nuevo a través de un estrecho conducto, no con el segundo (como cabría esperar), sino con los dos ventrículos restantes. No son el primero y el segundo ventrículos (como podría también esperarse), sino los ventrículos laterales. El cerebro, debemos recordar siempre, tiene sus dos hemisferios separados el uno del otro por la importantísima cisura media. Como consecuencia, los dos ventrículos delanteros siguen el mismo ejemplo, distribuidos uno en cada mitad. Se trata de los ventrículos laterales y cada uno, vistos desde arriba, se parecen a una extraña Y, con el gancho de cada Y mirando hacia fuera. El volumen total de los cuatro ventrículos es sólo de 100 centímetros cúbicos, o un 7 % de la capacidad cerebral, y están llenos de líquido cefalorraquídeo.

Esta sustancia acuosa, alcalina, transparente e incolora, de bajo peso específico se produce constantemente (en el interior de los ventrículos) y se reabsorbe también constantemente (después de filtrarse por los dos ventrículos laterales para deslizarse sobre la superficie del cerebro, de donde pasa hacia el torrente sanguíneo). Tal vez «produce» no es la expresión exacta, ya que este líquido no es más que sangre filtrada, limpia de leucocitos, corpúsculos o plaquetas, y por ello muy similar al plasma, la base líquida de la sangre. Lleva nutrientes, ya que sólo son filtradas las grandes moléculas proteicas, pero su función principal es la protección del cerebro. La condición tan líquida de nuestro más precioso elemento implica, como ya hemos dicho, que el cerebro no puede soportar su propio peso y forma si se le saca del cráneo. Se deforma; se hunde. (Una vez escribí «se deshace como manjar blanco». «Nosotros no tenemos manjar blanco. ¿Se deshace como Jell-O?», preguntó un editor norteamericano. «No sé. En Inglaterra tenemos gelatina, pero no Jell-O, y se deshace como manjar blanco», volví a escribir, más consciente que nunca de las diferencias de lenguaje, pero la verdad es que se deshace de las dos formas posibles, como manjar blanco y como gelatina.)

¿Si no es capaz de mantener su propia forma sin ayuda,

cómo le es posible sobrevivir en el interior de la dura caja del cráneo? (Después de todo, un manjar blanco, y sin duda también la gelatina, viajaría muy mal si se los colocara, digamos, en un molde de pastel.) La respuesta está en tres capas, o membranas, o meninges (de la palabra griega que significa membrana). Se trata, no tanto de un almohadillado, como se utilizaría para embalar un objeto delicado, sino de capas que por un lado se unen a la firmeza y solidez del cráneo, y luego por medio de la capa central, a la suavidad del cerebro. (Tal vez sea éste el mejor método que podrían copiar los embaladores humanos, ya que sólo han aprendido medianamente su oficio.)

La zona más externa (del lado del cráneo) es un tejido recio, fibroso, que se adhiere en realidad a la superficie interna del cráneo. Por ello, no queda ningún espacio entre su firmeza y la gran solidez del cráneo; por consiguiente, no hay posibilidad de traqueteo, un prerequisite de un embalaje sensato. Parece que en el nombre de membrana (o meninge) haya una implicación de delgadez y delicadeza, pero no existe una ni otra. Su nombre actual, duramadre, es preferible, a pesar de su referencia a la maternidad. (Los árabes creían que las meninges daban lugar a todas las membranas del organismo, por lo que la dura se consideraba como la madre de todas las demás.) La capa más interna es la piamadre, o madre dulce, y su suavidad está tan estrechamente en contacto con la capa externa del cerebro, como la firmeza de la duramadre lo está con el cráneo. Así pues, una vez más no hay posibilidad de oscilación. La membrana central, que debe ser a la vez dura y suave, es estructuralmente firme y, sin embargo, delicada, como los filamentos de una tela de araña, por lo que recibe el nombre de aracnoide. Sin embargo, ni siquiera estas tres capas son adecuadas para la protección del cerebro. Existe un espacio subaracnoideo, lleno del mismo líquido cefalorraquídeo que fluye de los ventrículos cerebrales. Por ello, el cerebro, que es de por sí tan líquido, está afianzado no solamente por tres meninges (cuya inflamación puede dar lugar a una meningitis) sino también por un líquido, un líquido in-

compresible, cuyo volumen puede ajustarse a fin de mantener esta barrera casi perfecta. (Ello nos lleva a pensar, por ejemplo, en el boxeo, cuyo fin es precisamente buscar la imperfección del sistema.) Las tres membranas meníngicas no sólo cuidan del cerebro, sino que de una forma modificada mantienen su papel tripartito a lo largo de toda la medula espinal.

Con toda esta charla sobre protección, sobre el cuidadoso revestimiento del kilo y medio de sistema nervioso central, no debemos olvidar que no le es posible vivir aisladamente, como lingotes de oro encerrados en una caja fuerte, sino que debe conectar con el mundo exterior —el resto del cuerpo humano—. Tiene que recibir información de los órganos de los sentidos, y tiene que enviar instrucciones, por encima de todo, a los músculos. Tiene que recibir sangre y devolverla, por lo que tiene que haber arterias y venas. No puede existir *in vacuo*, en forma de crisálida y aislado, igual que ningún otro órgano puede hacerlo, por muy vulnerable que sea. Resumiendo, deben existir, para el propio cerebro —los pares craneales—, y para la medula espinal —los nervios espinales—. Y tiene que disponer de aporte sanguíneo.

Los pares craneales. La frase «On old Olympus topmost top a fat-eared German viewed a hop», muy precisa en sus detalles para un inglés, pero poco significativa como hecho, resulta en cambio muy importante para los nervios o pares craneales: Cualquier estudiante de medicina inglés la conoce, aunque algunos hayan elegido otra frase como regla mnemotécnica para recordar las vitales conexiones que unen el sistema nervioso central con el periférico. La secuencia de las letras iniciales de los nervios craneales ha ayudado a numerosos estudiantes a salir de una situación de apuro (OOM-PTMFAGVEH).

Una vez más, y empieza a ser repetitivo, la situación era más sencilla cuando el cerebro era más simple. En el pez, por ejemplo, sólo hay diez nervios craneales. Salen del cerebro de una forma razonablemente clara, siendo el I el anterior o

del morro, y el X, que sale de la porción posterior del cerebro, el más próximo a la medula espinal. Los nervios craneales humanos son funcionalmente los mismos que los nervios arquetípicos de los peces, y emergen de las mismas áreas del cerebro (tanto si es el posterior, el medio o el anterior); pero, debido a una distorsión de la forma primitiva, no parece lo mismo. La simetría ha desaparecido, así como la sencillez, pero en cambio la lógica original aún persiste, aunque comprimida por los dilatados hemisferios y el hecho de que el cerebro humano haya sido inclinado noventa grados. La posición erecta, contrariamente a la forma horizontal de un pez, es la responsable de esta curvatura, que aún contribuye a confundir más el cuadro. No obstante, el antiguo diseño de pez aún existe, y la numeración de los nervios craneales es idéntica, excepto que el hombre posee dos pares más (XI y XII) que los peces.

Así pues, recordando la frase comodín una vez más, los doce pares de nervios craneales humanos son:

1. *Olfatorio*. Conecta la nariz con los llamados lóbulos olfatorios, situados en la base del lóbulo temporal del cerebro. Se trata de una distancia considerable en el hombre, pero en el pez, donde el órgano del olfato está en la frente y conecta con la parte frontal del cerebro, la conexión nerviosa del órgano del sentido al tejido cerebral correspondiente es cortísima. Este I par craneal, la única conexión nerviosa directa entre el cerebro y cualquier otra parte del organismo, es un recuerdo de que los famosos hemisferios cerebrales, la fuente de la inteligencia humana, estuvieron una vez relacionados principalmente con el olfato. La evolución en palabras sencillas se adueñó de este área cerebral, la colocó convenientemente donde pudiera expandirse al máximo y la convirtió en algo mucho más interesante (para nuestro pensamiento, por lo menos) que un simple procesador de olores.

El nervio olfatorio es solamente sensitivo (o aferente). Todos sus impulsos van a parar al cerebro, y no hay nervios motores o eferentes conectados con él. Todos los nervios cra-

neales son ya de este tipo de salida, de entrada, o una combinación de ambos: es decir, los pares craneales son nervios sensitivos, motores o mixtos.

2. *Óptico*. En los peces, las fibras nerviosas de cada retina pasan por un trecho bastante directo y corto hasta la porción más cercana del cerebro (la parte posterior del cerebro anterior o diencéfalo), continuando hacia atrás, hacia el quiasma óptico (precisamente por la hipófisis, y denominado como la letra griega «ji», que tiene forma de X), donde la mitad de cada haz atraviesa hacia la otra parte del cerebro. Entonces llega hasta aún más atrás de la parte posterior del cerebro. (Existe la discusión acerca de si el nervio óptico es un auténtico nervio craneal, o simplemente una extensión o prolongación del tejido cerebral hasta cada retina, pero no hay discusión, en cambio, de que la distancia recorrida es casi tan grande como podría ser del órgano visual al córtex visual.) Igual que ocurría con el par craneal I, el II es meramente sensitivo.

3. *Motor ocular común*. Significa «el que mueve los ojos». Este nervio contribuye con cuatro de los seis músculos que controlan cada globo ocular, los que acomodan el foco de la lente y los que mueven el párpado superior. Por lo tanto, es puramente un nervio motor, y surge del cerebro medio. (Este hecho, de ser el único de los nervios craneales, de su unión directa con el resto del cuerpo, surgiendo de detrás de los abultados hemisferios cerebrales y en el tallo cerebral, indica una vez más que la mayor parte de funciones nerviosas, desde la visión hasta la reacción a lo que se ve, el oído, el equilibrio, la salivación, las muecas faciales, etc., son actividades antiguas, desarrolladas mucho antes del cerebro pensante, y bastante independientes en gran parte de la función de pensar o de la inteligencia. Puede discutirse que casi cualquier animal puede hacer casi todo lo que hace el hombre, como utilizar sus cinco sentidos para vivir, disponiendo de nervios craneales que les sirven para un hecho crucial en la vida: saber lo que está ocurriendo y poder reaccionar adecuadamente.)

4. *Patético*. Los antiguos le dieron en latín y en griego el nombre de troclear, equivalente a polea. No tiene función de polea, pero el menor de los nervios craneales sale del cerebro medio a través de tejido conectivo, que según sus denominadores parece una polea. Su función es modesta, especialmente si recordamos que sólo hay doce nervios directamente conectados con el cerebro: éste controla uno de la media docena de músculos que mueven cada globo ocular. Solamente es motor.

5. *Trigémico*. Al lado del menor, está el mayor, que, como indica su nombre, está constituido en realidad por tres nervios. Todos conectan con el puente y son principalmente sensitivos (en la cara y cabeza), pero parcialmente motores (control de la masticación). Sus tres subdivisiones son la rama oftálmica (inerva virtualmente todo en la parte frontal de la cara y de la cabeza-ojos, glándulas lagrimales, nariz, frente), la maxilar (mejillas, encías y dientes superiores, párpados inferiores) y la mandibular (la mayor parte de la mandíbula inferior y el pabellón de la oreja). Por ello, el dentista incapacita la rama mandibular, la maxilar o ambas. Un tic facial tiene lugar como consecuencia de un fallo del trigémico. Las dos primeras subdivisiones del trigémico son totalmente sensitivas, sólo la tercera es mixta.

6. *Motor ocular externo*. Es completamente motor, y estira el músculo lateral recto del ojo, separando con ello la pupila de la línea media del cuerpo. (El motor ocular externo y el patético, que controlan cada uno un músculo del ojo, y el motor ocular común, que controla cuatro, constituyen un sistema de inervación de los músculos del ojo, que permite a este objeto esférico, dispuesto en su cavidad esférica, mirar en cualquier dirección, con algunas limitaciones.) El motor ocular externo sale del puente, pero más hacia atrás y más cerca de la medula que el trigémico.

7. *Facial*. Actividad sensitiva y motora mixtas. Es otro nervio que sale del puente y trabaja para los músculos de la cara, más o menos como el trigémico lo hace para sus sentidos. Una mejilla que ha sido pinchada por un alfiler presenta

su trigémico estimulado por el dolor, efectuando su facial la mueca correspondiente. Virtualmente todas las expresiones son creadas por el nervio facial, pero sus fibras sensitivas no están implicadas en ello, ya que recogen sensaciones de los dos tercios anteriores de la lengua (la parte más saliente). (Podría acusársele de transmitir sensacionalismo más que sensaciones, ya que incluso lesiones mínimas de la lengua parecen extraordinariamente aumentadas.)

8. *Auditivo*. Sensitivo. Un nervio craneal directo, ya que recibe todas las sensaciones de un órgano, el oído, pero complicado por el hecho de que el oído posee la función auditiva y la del órgano del equilibrio. Este IV nervio del puente se llama a veces por esta razón estatoacústico.

9. *Glossofaríngeo*. Mixto. Tiene menos consecuencias de lo que su nombre parece indicar. Sus fibras sensitivas recorren el tercio dorsal (menos importante) de la lengua, la faringe y las amígdalas, mientras que su parte motora actúa sobre los músculos de la garganta y los de un par de glándulas salivales. El nombre es explícito, significando «lengua-faringe». El nervio sale de la medula, detrás del puente abarrotado de nervios craneales.

10. *Vago*. Mixto. Muy bien llamado «viajero», ya que recorre un camino más largo y tiene una distribución más extensa que cualquier otro nervio craneal. Sale, igual que el IX, de la medula, pero entonces se distribuye, bien en fibras nerviosas sensitivas o motoras, por la faringe, la tráquea, esófago, corazón, estómago, intestinos, páncreas, bazo, vesícula biliar y riñón. En otras palabras, es casi un cordón espinal por sí mismo, corriendo desde el cerebro hasta la cavidad abdominal, controlando los músculos y transmitiendo sensaciones a casi todo el cuerpo. Pero, por supuesto, es mucho más delgado, es doble y se distribuye dividiendo y reuniendo mucho más que un cordón central.

11. *Espinal*. Motor. Sale de la medula (por lo que es un genuino nervio craneal) y también de la medula espinal (con lo que enturbia esta sencillez). Estos últimos nervios parecen ser accesorios a la rama principal. Algunas de las fibras se

reúnen con el vago, del que son accesorias. Los músculos controlados por el espinal son los del hombro (como el trapecio), del brazo y la faringe.

12. *Hipogloso. Motor.* Su nombre significa «debajo de la lengua»; este último nervio craneal, que también sale de la medula, controla realmente los músculos de la lengua y algunos otros de su zona.

Vamos a resumir. Aunque el cerebro es el principal órgano de control del sistema nervioso central, que es propiamente central a la inervación del cuerpo, los nervios conectados directamente con él no llegan directamente de todas las partes del cuerpo. No es como el eje de la rueda de una bicicleta, al que le llegan los radios de todos lados. En lugar de esto, es un recordatorio de su historia pasada, como eslabón de conexiones directas, como en el viajero vago, que se une al área de la cabeza. En otras palabras, lo que confiere sentido en los primitivos cordados es el diseño básico que todavía es seguido por todos sus descendientes, incluyendo al hombre.

Este modelo básico, ya discutido en los primeros capítulos, es el de un tubo neural que recorre el cuerpo en su longitud. A lo largo de todo este tubo, se encuentran nervios cortos que conectan solamente con la parte del cuerpo más próxima a ellos. Este mismo modelo existe incluso en el extremo anterior, donde están los órganos de los sentidos, y donde el tubo neural se ensancha para formar el cerebro: las conexiones son cortas y conducen desde el tubo a la periferia de la forma más simple, incluso aunque esta parte de la periferia sea el ojo, y la parte del tubo sea el centro óptico del cerebro. No tiene sentido, por decirlo así, que las conexiones sean más largas de lo necesario. No obstante, hablando otra vez sencillamente, no se puede ajustar el objeto de cada conexión, aunque el organismo evolucionado pueda constituir una gran distorsión de sus antepasados. Por ejemplo, el cerebro de un hombre no se parece al de un pez; la cabeza de un hombre no se parece a la de un pez; pero, en cambio, se parecen los pares de nervios craneales. El I sigue siendo el ol-

fatorio, el II el óptico, y así sucesivamente, y ello nos resulta útil para recordar que los nervios craneales no pueden dissociarse de su historia.

Nervios raquídeos. Tal vez es un salto adelante el mencionar los nervios raquídeos en el mismo capítulo que los nervios craneales, pero es que les siguen. Son totalmente diferentes del cerebro, pero lógicamente suceden a los pares craneales, del mismo modo que la medula espinal está conectada al cerebro. Afortunadamente, los propios nervios raquídeos son más lógicos, puesto que su simetría básica es menos confusa que la de los nervios craneales. El esquema escaliforme de los cordados, de control de cada segmento del cuerpo por el nervio más cercano todavía es patente, pero por desgracia para el anatomista humano, ha perdido una gran parte de su sencillez.

Hay varias razones para ello. En primer lugar, los órganos de los cordados ya no se encuentran en el mismo sitio. Igual que con los nervios craneales, la antigua fidelidad de servicio debe mantenerse para los nervios raquídeos, por muy transpuesto que esté su destino de origen. En segundo lugar, aunque hay una cierta regularidad en la forma en que emerge cada par de nervios raquídeos de cada espacio intervertebral, también existe una cierta complejidad debido a que la columna vertebral (ósea) resulta aproximadamente veinticinco centímetros más larga que la medula espinal (nerviosa). En tercer lugar, muchos nervios que son bastante diferentes entre sí al abandonar la medula, se reúnen posteriormente para formar una masa intrincada conocida como plexo (según la palabra latina para red), de la que emergen con una distribución diferente.

No obstante, de algún modo, existe una uniformidad. Si se secciona la medula espinal, como lo hacen sencillamente las balas, se producirá generalmente parálisis e insensibilidad del área que se encuentra por debajo de la lesión. Ocurrirán ambos hechos debido a que todos los nervios raquídeos, a excepción del primero, son tanto sensitivos como motores

(frente a la posibilidad de «uno u otro» o «ambos» para los nervios craneales). Las vértebras y los nervios raquídeos casi se corresponden, con treinta y un nervios raquídeos que emergen de entre las veintiséis vértebras. Se cuentan ocho nervios cervicales (frente a siete vértebras cervicales), doce nervios dorsales (y doce vértebras dorsales), cinco nervios lumbares (cinco vértebras lumbares), y cinco nervios sacros (un único hueso sacro —aunque el embrión humano tiene cinco huesos sacros separados—, que unidos a los cinco nervios, contribuyen a demostrar los arreglos ancestrales), y un nervio coccígeo (un coxis). La falta de armonía a nivel caudal proviene de la pérdida de nuestra cola, mientras que la disparidad a nivel cervical se debe a la emergencia de un nervio raquídeo antes de la primera vértebra cervical (la atlas) y después de la séptima. (Un ahorcamiento legal, y también uno ilegal, suele romper la medula espinal a nivel de la segunda vértebra cervical [la axis], y provoca la muerte debido a que la sección se efectúa por encima del cuarto nervio raquídeo, que controla el diafragma torácico.)

Otros elementos a observar en los nervios raquídeos son: todas sus raíces están cubiertas por la duramadre, la aracnoides y la piamadre, igual que el propio cerebro; cada nervio está formado por una raíz anterior (que lleva las fibras motoras) y una raíz posterior (de fibras sensitivas); la medula, más corta que la columna vertebral, obliga a los nervios raquídeos a descender progresivamente por la columna antes de alcanzar el punto por el que pueden emerger, a través de los agujeros de conjugación intervertebrales (p. ej., los seis nervios dorsales salen de la medula por la cuarta vértebra torácica, pero emergen de la columna vertebral entre las vértebras sexta y séptima torácicas); los nervios raquídeos sobrepasan en número a los craneales en una proporción de casi tres a uno, e inervan a un número muy superior de músculos frente a los craneales, pero, en cambio, la medula espinal de la que salen es mucho menor que el cerebro, ya que sólo pesa unos 30 gramos para su longitud de 40 centímetros, por lo que resulta sólo una cincuentava parte de la dilatada masa

del cerebro; los nervios raquídeos no controlan en absoluto los músculos (o reciben sensaciones) del área más próxima a su punto de emergencia de la medula. Al igual que con los nervios craneales, el paso de 400 millones de años y los cambios acaecidos durante la evolución han llegado a trastornar seriamente el modelo básico de los cordados. Los nervios raquídeos inferiores inervan las zonas inferiores, pero la simplicidad de la escalera ha desaparecido, y la diversidad de plexos contribuye a hacer el cuadro aún más confuso.

A cada lado de la espina dorsal existen cinco de estos grandes plexos, formados por nervios raquídeos. Son: el plexo cervical (formado por los cuatro primeros nervios cervicales), el plexo braquial (formado por los cuatro últimos nervios cervicales y el primer torácico), el plexo lumbar (formado por los cuatro primeros nervios lumbares), el plexo sacro (formado por una parte pero no la totalidad de nervios sacros, más algunos fascículos de los nervios lumbares inferiores) y el plexo coccígeo (el menor, formado por el quinto sacro y el nervio coccígeo). No todas las porciones de los nervios raquídeos pasan por uno de estos plexos, ya que los nervios dorsales o torácicos del segundo al duodécimo no pasan en absoluto, pero la mayoría sí lo hacen. Los fascículos nerviosos que emergen de cada plexo difieren tanto en tamaño como en número de los que han penetrado, dificultando la labor de los anatomistas para seguir todos los componentes de cada nervio raquídeo. El plexo más conocido, el solar, forma parte del sistema nervioso autónomo o vegetativo simpático (del que hablaremos más tarde).

Puesto que los nervios raquídeos se ramifican, se combinan y luego se separan de nuevo para formar fascículos cada vez menores, la tarea de descubrir el destino de cada nervio está llena de complejidad. No obstante, en parte gracias a la cirugía (que ha podido asociar gradualmente los nervios, especialmente si estaban lesionados, a las áreas dérmicas), y en parte gracias a la patología (sobre todo, infecciones herpéticas del sistema nervioso central, que resta sensibilidad a una determinada zona), ha sido posible establecer el patrón general.

Más o menos se conoce qué porción de nuestro cuerpo está asociada a cada nervio raquídeo.

Comenzando desde la porción superior, y tratando solamente los elementos sensitivos, las siguientes áreas se asocian a los siguientes nervios (aunque la precisión en la prescripción oscila entre la dificultad y la imposibilidad):

El nervio *cervical primero* es el único de los nervios raquídeos que carece de componente sensorial.

Segundo cervical: desde la parte posterior del cuero cabelludo hasta casi el punto superior de la cabeza.

Tercero cervical: el cuello.

Cuarto cervical: parte superior de los hombros.

Quinto cervical: parte externa del hombro y superior del brazo.

Sexto cervical: parte externa (o lateral) del antebrazo, hasta el pulgar y el índice.

Séptimo cervical: parte central del antebrazo hasta el dedo medio.

Octavo cervical: parte interna del antebrazo, hasta parte del anular y meñique.

Primero dorsal: parte interna (o media) de la porción superior e inferior del brazo, y áreas restantes del anular y meñique.

Segundo dorsal: parte de la pared torácica que se encuentra por debajo de la sección inervada por el cuarto dorsal (por lo que el brazo es servido por cinco de los nervios raquídeos).

Dorsales III-XII: son relativamente simples y con distribución semejante a la de los cordados, estando cada uno de ellos conectado a una porción inferior del tronco, de modo que el quinto cubre el nivel mamilar, el octavo el final de la caja torácica, el décimo el ombligo, y el duodécimo la porción superior de la cadera.

Primero lumbar: parte inferior del abdomen y espalda.

Lumbares segundo y tercero: parte anterior del muslo y parte inferior de la espalda.

Cuarto lumbar: rodilla y pantorrilla.

Quinto lumbar: espinilla, gran parte del pie y dedo gordo del pie.

Primero sacro: planta, dedos pequeños del pie, y parte del pie no inervada por el quinto lumbar.

Sacros segundo y tercero: parte interna del muslo, nalgas y órganos genitales.

Cuarto y quinto sacros y coccígeo: lo que resta, es decir, la parte interna de las nalgas y el perineo (o la parte debajo del ano). Si tuviéramos cola, estas raíces sacras inferiores desempeñarían probablemente un papel más significativo.

Así pues, tal como hemos expuesto, existe una lógica en la conexión de las áreas a cada uno de los nervios raquídeos que emergen, pero el modelo básico ha sido alterado parcialmente por los miembros, en parte por la ausencia de cola, y también por las distorsiones que tuvieron lugar cuando los primitivos cordados se convirtieron en peces, luego en anfibios, luego reptiles, pasando a ser mamíferos y luego al hombre. También hay una superposición de una zona a otra. Cada nervio, en diverso grado y sólo hasta cierto punto, está conectado a áreas servidas también por los dos nervios vecinos: ello constituye un problema para el anatomista, pero una suerte para una posible víctima en el caso de que su único nervio quedara lesionado o seccionado, ya que de esta forma, los dos nervios vecinos pueden llevar a cabo alguna o todas sus funciones.

El concluir la enumeración de los nervios craneales y raquídeos, con todos sus puntos de origen y sus principales funciones no completa la inervación del cuerpo. Ni mucho menos. Por ejemplo, tenemos el sistema nervioso autónomo (que veremos en el próximo capítulo), con sus cadenas de ganglios, y existen plexos mayores además de los ya mencionados, aparte de las ramificaciones implicadas en la conexión del cerebro con todas las partes del cuerpo. No obstante, el hecho de completar la relación de los pares craneales y los raquídeos, nos permite un respiro. Ellos constituyen el principal

eslabón entre el sistema nervioso central y la red periférica total. No existen otras conexiones mayores que unan nuestro kilo y medio de cerebro y los treinta gramos de medula espinal con el resto de la red. Toda la información recibida y las instrucciones repartidas (casi) se transmiten a lo largo de los doce pares craneales o de los treinta y un nervios raquídeos. De este total de cuarenta y tres (pares de) nervios, tres son totalmente receptivos (o sensitivos), seis son completamente instructivos (o motores), mientras que los treinta y cuatro restantes cumplen ambas funciones. Es a través de las treinta y siete vías sensitivas que el sistema nervioso central se informa de lo que está pasando, y por vía de las cuarenta fibras motoras se efectúa la respuesta muscular como resultado de esta información recibida.

Esencialmente, este capítulo es todavía una enumeración de partes y una lista de las principales áreas nerviosas más que un buceo debajo de la superficie. Pero también esto llegará, y será un retorno al cerebro; pero mientras tanto, es mejor que continuemos con la enumeración de los principales componentes nerviosos. Aún nos queda por elaborar una descripción de los cinco plexos nerviosos, ya mencionados, que yacen a cada lado de la columna vertebral. Muchos de los nervios más conocidos tienen su origen en ellos.

El primero, empezando por la parte superior, es el plexo cervical (formado por el primero de los cuatro nervios cervicales). Los principales músculos que inerva son los del cuello, el trapecio y el esternocleidomastoideo, pero también controla el diafragma mediante el nervio frénico (de ahí el colapso respiratorio y vital si se lesiona). El plexo braquial, el segundo en la lista y formado por cinco nervios raquídeos, forma cinco de los importantes nervios que sirven al brazo, el hombro y el tórax.

El segundo o radial es el más extenso, y puede servir de ejemplo de lo que el anatomista se encuentra cuando un nervio importante sólo está descrito en parte de su longitud. A continuación se transcribe un fragmento de la descripción efectuada por Lockhart, Hamilton y Fyfe, de Aberdeen en su

obra *Anatomía Humana* (1959), de lo que hace este nervio cuando abandona el plexo braquial:

El nervio radial desciende por detrás de la arteria axilar, situado hacia delante del subescapular, y de los tendones del redondo mayor y del dorsal ancho. En la zona de la axila, el radial da nacimiento a la rama cutánea interna, que perfora la fascia profunda hacia atrás y adentro; da fibras a la porción larga del tríceps y, antes de salir de la axila emite, siguiendo el curso del nervio cubital, el nervio superior del vasto interno, que se distribuye en el tríceps. El nervio radial se inclina entonces hacia atrás, colocándose entre la porción larga y el vasto interno del tríceps, al que inerva por una rama que lo perfora y también se distribuye en el ancóneo. Da nacimiento al nervio para el vasto externo, queda cubierto por este último y desciende en el canal radial en la cara posterior del húmero; los separan del hueso fibras del vasto interno, salvo en una pequeña zona detrás de la inserción deltoidea. En el canal radial emite la rama cutánea para el brazo y la rama cutánea externa. Llegado a la cara anterior del codo...

y así sucesivamente, hasta alcanzar una longitud de descripción varias veces superior a ésta, nada más que para un nervio raquídeo posterior a un plexo, el radial, el segundo del plexo braquial. (Para los que deseen comprender mejor esta descripción, puede resultarles útil un breve resumen: la axila es el sobaco, el húmero es el hueso de la parte superior del brazo; el tríceps es el músculo principal que se opone al bíceps; y casi todas las palabras que resultan familiares son otros tantos nombres de músculos.)

A continuación siguen todos los nervios dorsales, que al no formar plexo alguno, resultan refrescantes por su directa inervación de los músculos y zona de piel más próxima. No obstante, el plexo lumbar elimina de nuevo esta simplicidad, y después de intrincarse en una red de cuatro nervios raquídeos, da lugar a dos nervios en particular, el obturador y el crural. Ambos inervan la pierna, siendo el crural más ancho y cubriendo un área mayor. El cuarto plexo es el sacro, que da lugar con mucho al nervio más ancho que sale de un ple-

xo, el ciático. Tiene un calibre de casi 1,8 cm en el arranque de su vía hacia la pierna. Asimismo, según los pacientes neurálgicos, es el que produce dolor con mayor intensidad, lo que se refleja en su nombre, abreviatura del latín y del griego para el concepto «dolor en el hueso del muslo».

Finalmente, el plexo sacrococcígeo, el menor de todos y menos importante de los cinco, podría haber desempeñado un papel más relevante si hubiéramos conservado la cola. No obstante, la misma existencia de este plexo, añadido al hecho de que el plexo cuarto de los nervios raquídeos inerva a las piernas (o miembros posteriores), constituye un recordatorio de la forma básica de tetrápodos desde la cual hemos evolucionado todos. En aquella forma antigua, aún quedaba un buen trozo de cuerpo detrás de los miembros posteriores. Por ejemplo, las aletas ventrales del pez están bastante alejadas de la aleta caudal (cola), y encontramos una gran proporción de musculatura de propulsión entre ambos tipos de aletas. Cuando estas aletas posteriores se convirtieron, a través de los crossopterigios y de los primitivos anfibios, en los miembros anteriores de los reptiles y de los mamíferos, cabe esperar que su inervación siguiera siendo fundamentalmente la misma. Una persona puede considerar el dedo gordo del pie como su porción final, por lo que puede quedar sorprendida al saber que sus nervios provienen del cuarto plexo. La presencia de un quinto plexo demuestra que solíamos tener algo más o detrás de nosotros a nuestra espalda.

Riego sanguíneo. El cerebro es precisamente el órgano más ávido de sangre del organismo, por el oxígeno que ésta transporta. También es el que se resiente con más rapidez si se interrumpe el suministro. Si esta interrupción tiene lugar repentinamente, la reacción es inmediata, produciéndose un colapso en el espacio de seis a siete segundos. Es un tipo de lesión, pero no es irreversible. Una lesión duradera sólo tiene lugar si la falta de corriente sanguínea se prolonga por varios minutos, dependiendo de las circunstancias. Se ha soportado exactamente un tiempo de un minuto y cuarenta segundos

sin que aparecieran secuelas detectables. La tolerancia a la hipoxia o a la anoxia es superior en los individuos jóvenes (lo que resulta especialmente evidente en el momento del nacimiento, cuando tan a menudo hay un grado de anoxia temporal) y en los individuos sometidos al frío (cuya demanda de oxígeno se ha reducido espectacularmente). Los experimentos realizados en monos enfriados han demostrado la posibilidad de interrupciones del riego sanguíneo de quince minutos, sin secuelas posteriores.

Aunque el cerebro sólo pesa un 2 % del resto del organismo, recibe aproximadamente un 30 % de la sangre que pasa por el corazón. Esta proporción se produce cuando el cuerpo está en reposo. Cuando está en ejercicio, el cociente baja porque los músculos reciben una mayor cantidad de sangre, pero no a expensas del cerebro. Éste aún requiere su aporte sanguíneo, aproximadamente igual a su propio peso, cada minuto. Si la demanda del resto del cuerpo fuera la misma, deberíamos tener un volumen de sangre dieciséis veces superior (lo que resultaría difícil, ya que el cuerpo debería ser enormemente mayor para dar cabida a todo este líquido), o bien el corazón tendría que latir dieciséis veces más rápidamente, y sin disminuir su eficacia, para satisfacer la demanda. Naturalmente, dentro del cerebro se encuentra una red de capilares que son los que permiten el aporte necesario de oxígeno. En la sustancia blanca se registran unos trescientos milímetros de vasos sanguíneos en cada milímetro cúbico de tejido. En la sustancia gris, la longitud de los vasos sanguíneos es tres veces mayor.

Todo el volumen de sangre que llega al cerebro lo hace a través de cuatro vasos. Existen dos arterias vertebrales y dos carótidas. Las arterias vertebrales entran en la cavidad craneal por el agujero occipital, a través del que también pasa la medula espinal. Las arterias carótidas entran por un agujero menor, el agujero rasgado, y luego sigue un camino mucho más tortuoso que las vertebrales, antes de dividirse en arterias cerebrales, y dar nacimiento a una infinidad de otras ramas. Los diversos surcos que se encuentran entre los giros

proporcionan los canales adecuados para algunas de las arterias que recorren la superficie del cerebro, pero el sistema venoso aún los aprovecha mucho más. Por regla general, las arterias superficiales corren a través de los giros, mientras que las venas los recorren en forma paralela. Tanto las venas como las arterias que se encuentran en el interior y alrededor del cerebro, tienen paredes comparativamente mucho más delgadas que los vasos sanguíneos del mismo tamaño, dificultando enormemente la tarea del anatomista, que en otra parte no puede visualizar la mayoría de los vasos cerebrales si no están llenos de sangre. La delgadez de las paredes implica también que, especialmente las venas, sean muy distensibles.

En los días en que los hombres se afeitaban con navajas «barberas» resultaba relativamente frecuente que los presuntos suicidas hicieran un triste uso de ellas como arma para su fin. Posiblemente, el pensamiento fuera que una garganta seccionada acababa mucho antes, digamos, que una muñeca seccionada. Después de todo, el cuello contiene las arterias más vulnerables que conducen al cerebro. De hecho, muchos presuntos suicidas se quedaban en la presunción, por seccionar puramente su tráquea, y no las arterias más laterales y acanaladas. La otra cara de la moneda es que numerosos presuntos autoahorcados han acabado, no tanto por bloquear su vía aérea, sino deteniendo su riego sanguíneo. La presión ejercida por la soga sobre las venas yugulares las colapsa si llega a superar los dos kilos, colapsa las arterias carótidas si la presión es de 5 kg, y la tráquea si llega a los 15 kg. Por ello, la presión de 5 kg (aproximadamente el peso de la cabeza) durante un tiempo de siete segundos es suficiente para provocar la pérdida de conocimiento, y un poco más de tiempo completará la tarea.

V. SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Un antagonismo entre doctrinas no es un desastre; es una oportunidad.

A. N. Whitehead

Para el esplendor de nuestros hemisferios cerebrales resulta humillante que una gran parte de nuestra rutina diaria se lleve a cabo sin referencia alguna a estos centros superiores. Somos capaces de ir caminando a nuestro trabajo en un estado semihipnótico, sin pensar apenas, y conseguir mucho, precisamente como hacen los animales relativamente primitivos en la rutina de sus vidas. Durante ese paseo, han tenido lugar una serie de actividades que implican muy poca participación cerebral. Dilatamos o reducimos el tamaño de nuestras pupilas, segregamos saliva (y todavía más cuando se acerca la hora de comer), sudamos cuando nuestro termostato nos lo pide, movemos nuestro sistema digestivo, modificamos la frecuencia de nuestro corazón, ajustamos nuestros vasos sanguíneos, respiramos en forma diferente, contraemos nuestro bazo (para proporcionar un mayor volumen de sangre a nuestras arterias cuando estas lo necesitan), logramos que nuestras glándulas (como el hígado) trabajen más o menos, y en general, mantenemos nuestro medio interno. «La vie libre c'est la fixité du milieu intérieur», dijo Claude Bernard, y el sistema autónomo nos proporciona esta libertad. Sin ella pereceríamos muy rápidamente, con o sin nuestros espléndidos hemisferios.

No todos los actos automáticos se llevan a cabo en forma autónoma, siendo una importante excepción el tono postural, es decir, el simple hecho de estar de pie y respirando; pero la ma-

yoría son autónomos y todos tienen un funcionalismo independiente del cerebro. Autónomo es prácticamente equivalente a automático, pero de hecho, el sistema nervioso autónomo es un producto de dos sistemas, el simpático y el parasimpático. Ya que estos nombres resultan tan raros, debemos por lo menos una vez, dar una explicación. *Pathos* es una palabra de origen griego que ha dado lugar a muchos de nuestros vocablos actuales: patético, patológico, *pathos* en sí mismo y simpatía. A pesar de los significados tan diferentes de estas palabras, todas se originan en *pathos*, la palabra que significa sufrimiento o sensación. El sistema simpático recibió su nombre porque se creyó que respondía a todos los sufrimientos y sensaciones del organismo. Y de alguna manera, así lo hace. Si un animal (el hombre) padece o detecta una disminución de oxígeno, incrementa los latidos de su corazón, contrae sus arterias, eleva la tensión arterial y responde —simpáticamente— a la llamada de ayuda.

¿Qué es, pues, el parasimpático? Antes se conocía al sistema autónomo (o automático) como el simpático por las razones ya mencionadas, pero luego se descubrió o se comprendió que existían en dos formas. Mientras que muchas de sus fibras surgen en las proporciones superior y central de la medula espinal, unas cuantas, bastante diferenciadas, surgen más por encima y más por debajo de aquéllas. Estas otras regiones son las áreas craneal y sacra, o cabeza y cola. De este modo, como para significar al lado o al otro lado, se ideó el nombre espurio de parasimpático «más allá del sentir». Por lo menos existe una lógica para el nombre, aunque haya acabado con una torpe y malsonante palabra, que exige un párrafo de explicación.

Existe una diferencia mucho mayor entre el simpático y el parasimpático de lo que denotan sus nombres o la anatomía de su lugar de origen. El origen es importante, pero desde el punto de vista funcional, los dos sistemas difieren bastante, debido a que se equilibran entre los dos. Para cada acción del simpático, hay una reacción opuesta por parte del parasimpático. De entrada, puede parecer inútil, pero igual que con la musculatura, es importantísimo disponer de un agonista y un

antagonista, empujar por un lado y ceder por el otro, un simpático y un parasimpático. El primero acelera el latido cardíaco, el segundo lo enlentece. Las arterias se contraen por la acción del simpático (con lo que se eleva la presión sanguínea), y se dilatan por efecto del parasimpático. Lo mismo ocurre en el caso de los intestinos —el peristaltismo es enlentecido por el simpático, y acelerado por el parasimpático. Igualmente, los bronquios se dilatan (para respirar mejor); y se contraen. La vejiga se relaja; y se contrae. La pupila se dilata; luego se contrae. Los músculos horripiladores de los cabellos los erizan; luego los dejan planos de nuevo. El autónomo es un sistema de toma y daca, de peso y contrapeso, y ambos actúan positivamente. No se trata de hacer una cosa y después de no hacerla. Estira en una dirección o en la otra. Es el simpático *versus* el parasimpático.

Estructuralmente, estas dos partes opuestas del sistema autónomo (o involuntario) son bastante semejantes. Existe una cadena de veintitrés ganglios (centros nerviosos o miniplexos) a cada lado de la columna vertebral. Todos los ganglios del mismo lado están conectados verticalmente, y las dos tiras se parecen (ligera y levemente) a un par de hileras de cuentas. Cada nudo está conectado con el ganglio que tiene encima y con el que tiene debajo. Además, la mayoría de ganglios están conectados a la medula espinal y a los diversos órganos bajo su control. Bastante razonablemente, los eslabones internos se denominan fibras nerviosas preganglionares, mientras que las demás son las postganglionares. Los ganglios se llaman según la vértebra más próxima a ellos. Por ello, hay ganglios cervicales, dorsales, lumbares y sacros a cada lado, que forman una cadena.

A pesar de las semejanzas, también hay diferencias entre las dos mitades del sistema autónomo, especialmente en lo que respecta a su inervación del sistema nervioso central. El simpático, controlado principalmente por el hipotálamo y su medula, recibe todos sus nervios de las secciones dorsal y lumbar de la medula espinal. El parasimpático, controlado por el cerebro medio, puente y medula, recibe (casi) todos sus ner-

vios directamente del cerebro o de la región sacra de la medula. Las dos mitades del autónomo por ello, presentan diferencias estructurales importantes. En primer lugar, están controladas por áreas separadas del cerebro, y en segundo lugar, los nervios procedentes de estas áreas emergen de la medula espinal por diferentes secciones. Resultó bastante equivocado en la antigüedad aceptar que el sistema autónomo fuera una estructura única. Sus dos partes, el simpático y el parasimpático, son dos entidades distintas, y mucho más separadas de lo que su nombre pueda sugerir.

La regularidad escaleriforme de la doble cadena ganglionar se pierde en el lado externo o posganglionar, debido a la existencia de plexos (que, al decir de los estudiantes, se llaman así porque son complejos y dejan perplejos). Los cinco plexos mayores —ya mencionados— están formados por los nervios raquídeos y luego hay tres más, formados por los fascículos nerviosos del sistema autónomo. El plexo superior es el cardíaco, dispuesto a lo largo de su compañero, el plexo pulmonar. Éstos se describen a menudo como un único plexo, dispuesto en la línea media del cuerpo, por encima del corazón. También en la línea media, pero por debajo (todo el que ha recibido un golpe ahí, sabe donde está) se encuentra el plexo solar o celiaco. Se trata de la mayor reunión de células nerviosas que existen en el organismo, exceptuando el sistema nervioso central. No se sabe con certeza por qué recibe el nombre de solar, pero existen dos sugerencias: sus nervios irradian en forma de sol, y como ocurre en un eclipse, se va el sol y se hace la oscuridad. También se llama el cerebro abdominal, lo que tiene mayor sentido y subraya su tamaño, pero probablemente el término plexo solar esté muy enraizado y cueste mucho de erradicar. El plexo autónomo final, el III, es el hipogástrico, que está situado centralmente, pero más abajo.

Puesto que tanto el cerebro como la medula espinal están tan bien protegidos, por la caja craneal y por la columna vertebral ósea, así como por el embalaje de las tres capas meníngeas, nos resulta sorprendente que un golpe bien dirigido a los plexos relativamente expuestos pueda tener resultados devas-

tadores. Sus neuronas no tienen más protección que la porción de abdomen que los rodea. El plexo solar puede ser muy doloroso, pero un golpe en el hipogástrico puede ser igualmente devastador, siempre y cuando el atacante dé el golpe lo suficientemente bajo para alcanzar la zona situada por debajo del cinturón.

Los sistemas simpático y parasimpático, no sólo se diferencian anatómicamente, y llegándoles aportes de diversas regiones del cerebro, sino que también lo son funcionalmente, acompañando una reacción a cada acción, y también hay una diferencia de tipo químico. Todas las fibras preganglionares del sistema autónomo liberan en sus terminales acetilcolina cuando se transmite el impulso, igual que todas las fibras postgangliónicas del sistema parasimpático. La excepción a la regla dominante de la producción y liberación de acetilcolina la constituyen las terminaciones nerviosas postganglionares del sistema simpático. Cuando se descubrió este hecho, y hubo que asignar un nombre a la sustancia química desconocida liberada en lugar de la acetilcolina, se la llamó simpatina. Posteriormente, habiéndose ya descubierto su composición y su semejanza con la adrenalina, se le puso el nuevo nombre de noradrenalina.

Suprarrenales. La trama se iba fraguando. En 1895, en Edimburgo, se descubrió que los extractos de las glándulas suprarrenales, que miden cada una sólo cinco centímetros y que pesan 10 g, situadas en la parte superior de los riñones, podían elevar espectacularmente la presión arterial. En el año 1901 se purificó la sustancia, en el laboratorio de un químico japonés, y a la fórmula CH_3NHCH_2 se le dio el nombre de adrenalina. (Aunque normalmente a las glándulas se las llama suprarrenales, su producto más importante es llamado casi siempre adrenalina o incluso epinefrina —en los EE.UU.— pero nunca supraadrenalina.)

La adrenalina, hablando en general, efectúa la misma acción que el sistema simpático: acelera la frecuencia cardíaca, dilata los vasos sanguíneos de los músculos y los bronquios a fin de que pueda llegarles más aire. Por ello podemos deducir

que el simpático, la adrenalina y la noradrenalina poseen una afinidad química, ya que todos están implicados en la acción de disponer el organismo a un ritmo activo.

La trama continúa creciendo cuando se demuestra que las fibras simpáticas inervan la medula de las suprarrenales. Se trata de la porción central de cada glándula, de color pardo oscuro, que al ser estimulada segrega adrenalina. La otra porción de las suprarrenales, la exterior y de color amarillo intenso, es la llamada corteza. También puede estimularse, pero produce una serie de sustancias hormonales conocidas con el nombre de corticoides, que también son necesarias, igual que la adrenalina, en momentos de esfuerzo. ¿Qué es pues lo que estimula la corteza suprarrenal? La respuesta está en la hipófisis, la glándula carente de conducto que se encuentra en la base del cerebro, pero ¿quién estimula a la hipófisis? Son —algo inevitable a estas alturas de la trama— determinados nervios del sistema simpático, que a su vez son estimulados por el hipotálamo.

Resumiendo: la mitad simpática del sistema nervioso autónomo, bien directamente (por su propia acción) o indirectamente (mediante la medula adrenal) o aún en forma más indirecta (a través de la hipófisis, y mediante la acción de ésta sobre la corteza de las suprarrenales), prepara al cuerpo tanto para una actividad inmediata como más prolongada. El parasimpático vuelve a enlentecer este efecto: enlentece la frecuencia cardíaca, reinstaura la actividad digestiva y la función renal, relaja la actividad general, y nos induce a vivir a un ritmo menos frenético.

Aún quedan dos hechos. La triple influencia del simpático, inmediata y más mediada por la liberación de hormonas al torrente circulatorio, explica cómo algún estímulo repentino sobre los sentidos puede provocar una reacción inmediata (una parada en la respiración, una aparente parada cardíaca), y luego una respuesta más prolongada, mientras el corazón martillea preparándose para cualquier acción que vaya a suceder a continuación. El segundo hecho es de que ninguno de estos elaborados, interconectados mecanismos, resulta crucial. To-

dos los nervios simpáticos pueden ser segados y la medula suprarrenal extirpada, sin que aparezca ningún daño ni siquiera perjuicios. Uno tendría más probabilidades de ser atrapado por una fiera depredadora, pero en nuestros tiempos, esto nos permitirá más bien vivir un tipo de vida más placido y posiblemente más armonioso.

La corteza suprarrenal puede ser la otra mitad, o más bien la mitad externa del mismo par de glándulas, pero sus funciones, secreciones y papel general son completamente diferentes de los de la medula suprarrenal (su mitad interna). Sin la corteza, la víctima no llevaría una vida más placida; simplemente moriría. En el año 1855, el médico inglés Thomas Addison describió cómo la destrucción de las glándulas suprarrenales, generalmente provocada por la tuberculosis, conducía a la decoloración de la piel (transformando su color pardo en blanco, más rosado), anemia, debilidad muscular, y después de dos o tres años, a la muerte. Debido a este estudio pionero, recibe en la actualidad el dudoso honor de llamarse enfermedad de Addison. El hecho de que sobrevenga la muerte sigue siendo un misterio, ya que la corteza produce una serie de hormonas, numerosos tipos de esteroides (compuestos que se parecen al colesterol). Éstos, especialmente en los tiempos en que no se conocían por su identidad, se denominaban esteroides adrenocorticales, y luego al cabo de poco tiempo pasaron a llamarse corticoides, pero eso sigue sin explicar por qué su ausencia puede provocar la muerte. Muchos de ellos, como ya hemos explicado, son de especial necesidad en momentos de tensión. El más conocido de ellos, aunque no por su relación con la tensión, es la cortisona, de la que se dispuso por primera vez como medicamento en el año 1948. Igual que otros corticoides, se origina del colesterol, que existe en grandes cantidades en la corteza suprarrenal.

Curiosamente, el único otro órgano humano muy rico en colesterol es el cerebro. No tenemos idea de por qué es así, pero igualmente se ignora lo que hacen los demás productos de la corteza suprarrenal. El sistema simpático entra en juego tanto cuando estimula a la hipófisis, para que estimule a la corte-

za, como cuando estimula directamente a la otra mitad de la glándula suprarrenal, su medula. Hablando francamente para comprender la forma de operar del sistema nervioso simpático constituye para decirlo de una forma suave, una ardua tarea. Constatar que es un enredo de papeles en conflicto no sólo es cierto, sino una frase adecuada. O mejor resulta una definición hallada en un diccionario médico: «El sistema nervioso simpático es la parte del sistema nervioso en la que parecen tener origen la mayoría de nervios que conectan y regulan los diversos órganos internos». En resumen, una tarea tremenda.

Hipófisis. Estrictamente hablando, las glándulas endocrinas (las que segregan internamente, hacia el torrente sanguíneo) no tienen un lugar en un libro que trate del cerebro. Por otro lado, puesto que su influencia es tan amplia, merecen un espacio en cualquier libro acerca de cualquier parte del organismo humano. Las glándulas suprarrenales han sido descritas como complemento del sistema nervioso simpático, y a continuación debe seguir la hipófisis. Una función de esta glándula ha sido ya mencionada, como intermediaria entre el simpático y la corteza suprarrenal. Por otro lado, está unida al cerebro. Y por una tercera razón, si fuera necesaria, la hipófisis ejerce sus efectos sobre tantas partes del cuerpo y sus funciones, el crecimiento, como el desarrollo sexual, la glucemia y el metabolismo pancreático, y sus efectos sobre otras glándulas endocrinas, que resultaría injusto no mencionar la hipófisis.

Igual que las suprarrenales, la hipófisis también está formada por dos partes bien diferenciadas, separadas en origen y separadas en función. La parte posterior o lóbulo es un apéndice del cerebro y se encuentra unida a la base del cerebro (por el tallo neural o infundíbulo), por detrás del quiasma óptico. El lóbulo anterior es, embriológicamente, una parte de la boca, pero durante el desarrollo se destaca y se une a la parte posterior. Su nombre latino, pituitaria, significaba flema y se remonta a los tiempos en que se consideraba que la glándula, situada entre las vías nasales y el cerebro, era la responsable de una nariz resfriada y secretora de moco (año 1600). La lista de fun-

ciones atribuidas en la actualidad a ambas mitades es extraordinariamente larga. (Su nombre se ha alargado a *hypophysis cerebri*, pero el nombre antiguo también ha sido duradero y sale con mayor facilidad.) Como contrasta a sus numerosas funciones —algunos dicen que todas a excepción de la secreción de moco— el tamaño de la hipófisis es muy pequeño, incluso cuando se reúnen sus dos mitades. Pesa menos de 1 g (o una cienmilésima parte del cuerpo humano), pero tiene una acción de control sobre todas las glándulas endocrinas. Su importancia es sumamente desproporcionada a su tamaño.

Si tomamos un ejemplo de las funciones de la hipófisis —la del control de la economía del agua— nos daremos cuenta de su potencia. El agua entra en nuestro cuerpo a través del alimento y la bebida, y por supuesto debe eliminarse, principalmente a través de la respiración, transpiración y excreción. Las dos primeras están relativamente fuera de control, ya que las cantidades eliminadas de agua están unidas a otros parámetros (como la temperatura), pero la cantidad de orina está directamente relacionada con la necesidad, o ausencia de necesidad, de retener agua. En la década de los años cuarenta se descubrió que la pituitrina, una de las muchas hormonas de la hipófisis, estimula los túbulos renales a retener agua resorbiendo una mayor cantidad. Y desde entonces, esta sencilla historia de una única hormona se ha convertido de forma regular en una diversidad de papeles complejos, como la contracción de los vasos, la del útero, que se han hallado estar implicados a través de la hipófisis sus hormonas vasopresina y oxitocina.

El individuo que tiene un mal funcionalismo de la hipófisis sufre diversas afecciones. La enfermedad de Cushing (una forma particular de obesidad), la diabetes insípida (como contraste con la diabetes mellitus más común, y llamada insípida porque la orina apenas tiene sabor), y el enanismo tienen su origen en una escasa actividad de la hipófisis, mientras que el gigantismo y la acromegalia —extremidades muy largas— resultan de una superactividad. La hipófisis tiene una influencia muy extensa en la salud y en la enfermedad. Si no se dispone de ella, se muere.

Tiroides. Igual que las glándulas suprarrenales y todas las glándulas endocrinas, el tiroides está gobernado por la hipófisis. E igual que aquéllas, la misma colección de hormonas del tiroides afectan a numerosas funciones del organismo, como el crecimiento esquelético y el desarrollo sexual y mental. El individuo que nace con un tiroides inadecuado, o con una hipófisis que produzca cantidades incorrectas de TSH (hormona estimulante del tiroides), se convierte en un enano, probablemente sordomudo, en una persona que carece de órganos sexuales o de caracteres sexuales secundarios (vello pubiano, etc.), y casi con toda seguridad, con deficiencia mental. Esta serie de anomalías se denomina cretinismo, por lo que es una forma diferenciada de un idiota, imbecil o retardado mental, que sólo puede aplicarse a la deficiencia mental. La palabra cretino proviene del vocablo francés para cristiano, pero nadie sabe exactamente por qué. (Una opinión general es no que los cristianos fueran particularmente estúpidos, sino que, según los antiguos romanos, eran los inocentes, los escasamente humanos, las almas sencillas, los toscamente inapropiados.)

Si la deficiencia tiroidea se inicia en la edad adulta, cuando el esqueleto, los órganos sexuales y el cerebro ya se han formado correctamente, el paciente funciona de forma más lenta y presenta apatía, pero no ofrece defecto mental. Tiene un metabolismo lento, piel engrosada y el cabello fino y seco —como los cretinos— pero su pensamiento enlentecido forma parte del enlentecimiento general y no de una idiocia. Afortunadamente, esta enfermedad, conocida como mixedema (edema de la mucosa), puede superarse con rapidez administrando al paciente hormona tiroidea. Incluso el propio cretinismo puede tratarse, y cuanto antes pueda ser detectado, mejor resultado cabe esperar. Si el tratamiento se instaura de modo precoz y se mantiene, el desarrollo esquelético, sexual y mental serán casi normales.

También existe el hipertiroidismo, o exceso de actividad de la tiroides. En esta enfermedad se eleva el metabolismo, los globos oculares se protrahen (exoftalmia), el corazón late a una mayor frecuencia, y desde el punto de vista neurológico, se

manifiesta un mayor nerviosismo y temblor pero no una afección mental que establezca ningún paralelo con la deficiencia mental del cretino. Una excesiva producción de hormona tiroidea, o bocio, puede tratarse quirúrgicamente, sin que deba revertir en un defecto o hipotiroidismo.

El control normal de una tiroides normal se lleva a cabo en el lóbulo anterior de la hipófisis y en el hipotálamo cerebral. Ya hemos mencionado que las dos mitades de la hipófisis tocan muchas teclas. La influencia de esta glándula sobre tantos órganos no encuentra rival entre las glándulas endocrinas, pero encuentra su medida en la actividad del hipotálamo. Esta trescientava parte del cerebro parece en ocasiones ser tan importante como las doscientas noventa y nueve partes restantes. Especialmente en lo referente a las funciones automáticas e involuntarias.

Hipotálamo. No resulta estrictamente correcto describir el hipotálamo sólo en este estadio final de la exposición de los sistemas autónomo y endocrino. Se encuentra con mucho por delante de todo lo que se ha descrito en este capítulo, por lo que debería figurar en cabeza en lugar final. Sin embargo, es posible que tengamos ahora una mejor comprensión de su influencia y de su potencia, cuando ya hemos descubierto hasta cierto punto sus ramificaciones. En resumen, el hipotálamo controla al sistema nervioso simpático, el parasimpático, y por ello, todas las funciones que estos dos sistemas controlen. Así pues, no solamente la hipófisis controla la corteza suprarrenal, que suplementa la acción del simpático, sino que también dirige a la hipófisis que controla las suprarrenales, y así sucesivamente. Es la principal potencia en el mundo autónomo.

Su discreta cantidad de cerebro anterior está situada detrás del quiasma óptico, cerca del suelo del tercer ventrículo y por debajo del hipotálamo (en este contexto, hipo significa por debajo). Básicamente, se ocupa de todas las operaciones del organismo llamadas primitivas, como el metabolismo de las grasas, de los hidratos de carbono, la regulación del agua y de la sed, del sueño, de la marcha, el crecimiento, los ciclos del sis-

tema reproductor, el apetito, el control de la temperatura, el calibre de los vasos, las secreciones digestivas, una gran parte del comportamiento y de las emociones; en este momento es más fácil preguntarse si hay alguna función en la que el hipotálamo no esté implicado, con sus cuatro gramos y medio. Incluso se sabe, mediante estudios experimentales efectuados en ratas, que una parte de él es un centro del placer. Si se comprueba con un electrodo, se experimenta una sensación placentera, eliminando todas las necesidades de sexo, alimento y sueño. Si pudiera ser estimulado fácilmente (sin necesidad de que una desagradable aguja deba introducirse hasta la base central del cerebro), las posibilidades que se producirían, como dice Isaac Asimov «en relación con una nueva clase de toxicomanía como para acabar con todas las demás toxicomanías serían angustiantes».

El hecho de que el hipotálamo pueda realizar tantas funciones siendo tan pequeño es todavía otra indicación de que el cerebro humano es inexplicablemente grande para su rendimiento, o que posee capacidades aún no desveladas y subdesarrolladas. Las tareas y éxitos del hipotálamo no son menores sólo porque sean primitivas (lo que significa que aparecieron antes en la escala evolutiva). Por ejemplo, numerosos mamíferos pueden detectar cambios en la duración del día con una gran precisión, qué tiempo está haciendo, y por ello poner en marcha su ciclo reproductivo durante la semana óptima, gracias a su hipotálamo. Las necesidades de agua pueden ser reguladas de forma que la sed en el hombre se aplaque con unos 200 ml de agua, lo que representa una cuatrocientava parte del agua presente en el cuerpo. De modo semejante, incluso cuando un cuerpo corre, se sienta, duerme, digiere e incluso está inconsciente, puede mantener con bastante precisión su temperatura propia, gracias al hipotálamo. Una elevación de 0,25°C por encima de lo normal a una hora determinada del día puede hacernos sospechar presencia de fiebre u otro trastorno. Incluso los obesos, que desearían perder cinco o diez kilos (sin otro método que aguantarse su apetito), deben recordar que procesamos unos 60.000 kilos de comida a lo largo

de nuestra vida para mantener un peso de unos 80 kilos. La retención de unos 10 kilos adicionales a todo este peso no constituye una mala regulación, en especial cuando el depósito de grasa para los tiempos de carestía solían presentar una ventaja selectiva.

En el año 1966, *The Lancet* escribió un editorial acerca del hipotálamo en el que se afirmaba: «Evidentemente, tiene una enorme importancia, y es tremendamente complejo». Incluso es posible ir más allá, y decir que el día que todas las funciones del hipotálamo sean bien conocidas, no quedará ya lejos el momento en que todas las funciones del cerebro sean también conocidas. Por ejemplo, no resulta sorprendente leer en publicaciones más recientes de *The Lancet* que se implica al hipotálamo en la «depresión endógena», en la «demencia» y en la «anorexia nerviosa». Puesto que esta minúscula pieza del cerebro controla el sistema autónomo y (virtualmente) todo el sistema endocrino, indudablemente sus implicaciones aumentarán en los años futuros. El sistema nervioso autónomo es posible que parezca menos importante, menos atractivo, menos voluminoso y la parte menos avanzada del sistema nervioso del organismo, pero el papel que desempeña y su significado parecen ir en aumento con el tiempo, no a expensas del sistema nervioso central, sino con la creciente aceptación de lo que un sistema nervioso autónomo tiene que hacer.

El hipotálamo puede incluso ayudar a resolver uno de los principales problemas autoplanteados por el hombre: la superpoblación. Un bebé que mama estimula el hipotálamo, que a su vez desencadena la liberación de prolactina de la hipófisis. Esta hormona, a su vez, suprime la ovulación, y cualquier cosa que la inhiba no puede ser mala para un pequeño y pobladísimo planeta. Al parecer, el hipotálamo lo controla casi todo. Tal vez, nosotros deberíamos buscar el control del hipotálamo.

VI. FISIOLÓGIA

Sea lo que sea, yo estoy en contra.
Groucho Marx

Dicho de la forma más sencilla, el cerebro se compone de células nerviosas que conducen los impulsos y los pasan a otras células nerviosas. Dicho de una forma más compleja, cada célula nerviosa es capaz de conducir un impulso de uno de sus extremos al otro, liberando una sustancia química para trasladar este impulso a otra célula nerviosa, y luego recargarse de modo que pueda estar lista para transmitir nuevos impulsos nerviosos. Finalmente, y quizá para ponerlo de una forma desconcertante que muchos hallarán intolerable, las 15.000.000.000 de células del cerebro son capaces de conducir estos impulsos a velocidades de 320 km por hora, las sustancias químicas que liberan en sus terminaciones son de una gran diversidad (por el momento se han descubierto más de treinta), y existen aproximadamente mil terminaciones nerviosas por cada célula nerviosa, y a veces hasta diez mil. El mantenimiento de todo este sistema en marcha requiere (y para ello carece de importancia que el cerebro esté funcionando o no) cincuenta mililitros de oxígeno por minuto, o una cuarta parte de la cantidad utilizada en reposo por el resto del cuerpo. La energía equivalente de metabolismo cerebral, de toda su conducción, liberación de sustancias y posterior conducción es de veinte vatios.

La *neurona* tiene que ser el punto de arranque. Se la considera a menudo como la unidad de construcción del cerebro, como la célula nerviosa básica. (Por muy básica que sea, no

existe un acuerdo completo sobre su denominación. Neurón era la clásica palabra para nervio o tendón, y la palabra neurona pasó a utilizarse para el sentido actual de célula nerviosa de cada nervio.)

Hasta cierto punto, las células nerviosas son semejantes a todas las demás células del organismo, ya que poseen una membrana que rodea e incluye el citoplasma y un núcleo. Su bioquímica y metabolismo generales también son semejantes. Son sus diferencias lo que las hacen más intrigantes. Cada neurona tiene una forma única, que varía entre redondeada y piramidal, pero siempre indescriptible. Poseen (casi siempre) axones, que son extensiones muy largas y delgadas, así como unas ramificaciones llamadas dendritas, sabiamente denominadas así según el nombre griego para árbol. Las neuronas se encuentran entre las células más delicadas del cuerpo, y ocasionalmente entre las mayores. A veces se habla de la materia gris del cerebro como si fuera la parte importante, a diferencia de la menos valiosa sustancia blanca. De hecho, los cuerpos celulares de las neuronas, que siempre contienen el núcleo, forman la materia gris, mientras que los axones y las dendritas forman la blanca. Todas las partes de la célula son igualmente vitales, tanto si son blancas como si son grises. Esencialmente, las dendritas recogen información, mientras que el axón la distribuye a otros puntos.

Resulta fácil hablar del cerebro como si sólo contuviera neuronas, pero también hay otros tipos de células. Éstas son la neuroglia, o células gliales, que rellenan el espacio existente entre las neuronas. No se sabe en absoluto cual es su misión, pero seguramente deben apoyar estructural y metabólicamente a las neuronas, tal como parecen indicar estudios recientes, e incluso podrían estar implicadas en determinadas funciones mentales. Solía decirse que eran tan numerosas como las neuronas, pero en la actualidad se considera que por lo menos son diez veces más, lo que representaría una cifra de cien mil millones para el cerebro humano. También existen las células de Schwann (según el nombre del zoólogo alemán de principio del siglo XIX Theodor Schwann, pionero de los estudios

celulares en general y de las neuronas en particular). Éstas rodean a los axones de las neuronas, pero de forma que hay espacios intermedios, aproximadamente cada milímetro, conocidos como nódulos de Ranvier (según el histólogo francés Louis Ranvier, que los describió en 1878). Estos nódulos son necesarios para la transmisión de los impulsos nerviosos, mientras que las células de Schwann son las encargadas de recubrir y envolver cada axón, formando una capa aislante conocida como mielina. La mielinización se produce en el feto humano y en los bebés bastante después de que las fibras nerviosas se hayan constituido, y posiblemente debido al aislante, actúan como un conservador de energía y las fibras miélicas conducen el impulso a mayor velocidad que una que carezca de este recubrimiento. En el cerebro se encuentran también vasos sanguíneos, necesarios para proporcionar oxígeno y eliminar los productos de desecho, pero de una forma más intensa debido a las grandes demandas del cerebro.

Consecuentemente, es más riguroso decir que existen cerca de 15.000 millones de neuronas en el cerebro, que han sido ampliamente superadas en número por las células de los vasos sanguíneos, células protectoras de Schwann y neuroglia de soporte. Por ello, las células unitarias de construcción han sido eclipsadas por el resto del edificio. No obstante, las neuronas proporcionan la conexión crucial, que es extraordinariamente capacitada y rápida.

Vamos a tomar velocidad. Desde la llegada de los computadores ha habido comparaciones a favor y en contra de su semejanza con el cerebro. La verdad es que tienen muy poca relación, especialmente en lo referente a la velocidad de la conducción del impulso. La electricidad, que es el propulsor del computador, viaja a través de hilos casi a la velocidad de la luz —297.000 km por segundo—. Las neuronas humanas no pueden competir, ya que son excepcionalmente permeables (algunos afirman que son un millón de veces más permeables a la electricidad que un cable bien aislado) e incluso más resistentes (cerca de cien millones de veces más que un hilo de cobre). La mayor velocidad de conducción de un impulso es

aproximadamente de cien metros por segundo (frente a las velocidades antes descritas para la electricidad). No obstante, desde otro punto de vista, y sin que volvamos a compararlas con los computadores, un tiempo de transmisión de 98 metros por segundo, o de 360 km por hora, no es despreciable. Desde la punta de la cabeza a la del pie del hombre, la transmisión tarda una cincuentava parte de segundo. Incluso desde la punta de la cola a la cabeza de una ballena, aceptando que la transmisión sea semejante, el tiempo de transmisión de un impulso es sólo de tres décimas de segundo. Luego, por supuesto, tiene que haber una reacción, el envío de un impulso a los músculos apropiados. Aceptando una reacción casi instantánea del cerebro, el dedo pulgar del pie de un hombre podría retirarse de un peligro en una vigésima de segundo. La red nerviosa no es un «chip» de silicona, pero su rapidez es bastante notoria.

En 1846, el fisiólogo alemán Johannes Müller, el descubridor de los conductos de Müller (importantes en embriología) y de muchos otros elementos, estableció descuidadamente que nadie sería nunca capaz de medir la velocidad de transmisión del impulso nervioso. Sólo seis años más tarde, un colega también alemán, Hermann von Helmholtz, le demostró que estaba en un error, mediante el sencillo procedimiento de anotar el tiempo necesario para que un músculo reaccionase al ser estimulado en diversos puntos. Desde entonces, la mayor parte de estudios realizados sobre la transmisión de impulsos se ha llevado a cabo con la gentil colaboración del calamar, o mejor dicho de sus axones gigantes. Éstos tienen cerca de un milímetro de diámetro, mientras que los axones humanos sólo tienen aproximadamente una centésima de dicho calibre. El diámetro es (más o menos) proporcional a la velocidad del impulso, y la capacidad del calamar —para detectar y reaccionar ante un peligro— merece la pena ser estudiada. Otra ventaja de la que goza es el tamaño de sus fibras: aproximadamente cien veces más gruesas, lo que hace que un animal para experimentación sea más fácilmente manejable. Finalmente, todas y cada una de las cosas descubiertas en la neurona del calamar parecen

ser aplicables a todas las demás fibras nerviosas, incluso a las del hombre.

Vamos pues, a la forma de transmisión. La composición de cada célula es diferente de la del material en el que se encuentra. Esto es igualmente válido para las neuronas, sobre todo en lo concerniente a sus iones sodio y potasio. (Un ion es un átomo cargado o una molécula cargada, fundamental para la electricidad, y desde luego, fundamental para los impulsos nerviosos.) Las características más chocantes de una neurona en reposo es que su contenido es una décima parte en iones sodio frente al líquido externo, y simultáneamente diez veces más rico en iones potasio. De modo inevitable, puesto que existen canales en la membrana de la célula, hay un trasvase; los iones de sodio entrarán en la célula y los de potasio saldrán de ella. Por ello, la membrana posee bombas para realizar este trasvase, denominadas bombas de sodio-potasio y adenosín-trifosfatasa. Astutamente, y es un hecho de gran importancia, la bomba puede cambiar tres iones de sodio por dos de potasio. Cada neurona contiene aproximadamente un millón de bombas —cada una es un pequeño bulto en la membrana celular y cada bomba puede intercambiar unos 200 iones de sodio por unos 130 iones de potasio cada segundo. (Resulta difícil de imaginar en vista de la enorme cantidad de miles de millones de neuronas existentes en el cerebro. Esta dificultad se magnifica aún más cuando consideramos a cada una desde el punto de vista atómico, y advertimos que hay un total de 330 lugares de intercambio iónico cada segundo, en cada una de ese millón de bombas en cada una de las multitudinarias neuronas.)

Pero de alguna forma lo consiguen. Las bombas consiguen mantener este equilibrio sodio/potasio y, por ello, mantener el interior de cada neurona a setenta milivoltios negativos respecto al exterior. Es este mantenimiento estable el que contribuye a explicar la permanente demanda de oxígeno, tanto si el individuo considerado está en reposo, o si está en plena actividad mental, si está despierto o dormido, soñando o incluso inconsciente.

Entonces llega un impulso. No fue hasta los primeros años de la década de los años cincuenta que se descubrió la secuencia de hechos que se realizan en cada transmisión (lo que causó en menos de una década dos premios Nobel a dos científicos importantes —A. L. Hodgkin y A. F. Huxley). Al principio ocurre un cambio en el estado eléctrico de la célula nerviosa, y éste corre a lo largo del axón por delante del impulso. Se asocia a una alteración de la permeabilidad de la membrana, cambio que permite a los iones de sodio que entren en el interior de la célula. En la membrana existen canales que permiten el flujo de iones de sodio, con lo que se autopromueve: cuanto mayor es el número de iones que entran, mayor cantidad de canales se abren para incrementar la entrada. De repente, con un cambio en el potencial de membrana de negativo a positivo, estos canales de sodio se cierran. Entonces se abre otro grupo, permitiendo que salgan los iones de potasio, hasta volver a alcanzar el potencial original de menos setenta milivoltios.

Por ello, el impulso se transmite a lo largo del nervio como el fuego se propaga por una mecha, pero con la importantísima diferencia de que aquí, la mecha vuelve a su estado normal en cuanto ha pasado la llama. La transmisión de un impulso no es eléctrica, como se pensaba en un principio, sino —por establecer otra definición— «un cambio físico-químico asociado a alteraciones eléctricas». La llamada punta, que marca el cambio en el potencial de membrana entre -70 milivoltios y $+40$ milivoltios, es la manifestación eléctrica de cada impulso nervioso. Puede parecer quisquilloso no referirse a la transmisión nerviosa como un impulso eléctrico, pero en realidad, con su abertura de canales, las bombas en funcionamiento, y el sodio entrando y saliendo, es mucho más que eso en comparación con la conducción de un impulso eléctrico a lo largo de un hilo de cobre. El hilo es solamente un conductor y nada más, mientras que el axón de un nervio es muchísimo más que eso.

Otra diferencia es que el hilo puede conducir la electricidad continuamente. La neurona sólo puede transmitir impulsos

continuamente. Durante el tiempo de punta, ningún otro estímulo a ese mismo nervio puede encontrar reacción. Entonces se dice que la neurona se encuentra en un período totalmente refractario, o inexcitable. Solamente cuando han tenido lugar todos esos cambios físico-químico-eléctricos, y cuando la neurona ha vuelto a su potencial de reposo, otro impulso similar puede viajar a lo largo de su axón. No obstante, incluso las fibras pequeñas pueden recuperarse en una centésima de segundo, mientras que otras mayores necesitan un tiempo hasta diez veces más rápido. El hecho de tener un sistema de iones sodio moviéndose a través de los canales, que luego son eliminados mediante las bombas, para volver a transportarse luego a velocidades de centésimas de segundo, y el hecho de disponer de un voltaje que va y viene con mayor rapidez que los habituales cincuenta ciclos de corriente alterna no resultan menos asombrosos que el extraordinario número de iones contenidos en una sola célula, o que la tremenda reunión de células contenidas en un solo cerebro.

Para dar un pequeño respiro, no todas las fibras nerviosas humanas conducen los impulsos a una velocidad de 100 metros por segundo (o de 120 m/seg en determinados libros de texto). Las que son capaces de hacerlo así son las fibras del grupo A, que son las fibras largas mielinizadas del sistema sensitivo y del motor, las que reciben las sensaciones y transmiten los impulsos y rigen a los músculos. Como cabe esperar, este aspecto del comportamiento, de estímulo y reacción, recibe la máxima prioridad. Las fibras menores de este grupo A, con diámetros de una vigésima parte de aquéllas, son relativamente perezosas. Sus impulsos viajan a una velocidad de tres metros por segundo, o una cuarentava parte de la velocidad de las fibras mayores. Incluso así, los mensajes más lentos podrían aún alcanzar de la punta del pie a la cabeza y viceversa en no mucho más de un segundo. Las fibras de los grupos B y C incluyen algunos nervios del sistema nervioso autónomo, así como algunos nervios no mielinizados. Estas fibras conducen también los impulsos a la modesta velocidad de tres metros por segundo, y en algunos casos, a no más de un metro por se-

gundo. En general, el sistema autónomo es más pausado en su tarea de control del cuerpo. (Respecto al tema general de la velocidad, puede ser útil un repaso al capítulo de anatomía animal. Las fibras centrales de la lombriz de tierra pueden conducir los impulsos a una velocidad de quince a cuarenta y cinco metros por segundo, que se encuentra entre las más rápidas de todos los invertebrados. Incluso las fibras de las medusas conducen el impulso a velocidades de medio metro por segundo. Los tiempos humanos más rápidos son por lo tanto más veloces que los de la medusa y la lombriz de tierra, pero sólo duplican la velocidad más rápida de esta última.)

La mayor parte del trayecto de cada impulso, tanto si es de transmisión rápida como lenta, tiene lugar a lo largo del axón. El cuerpo principal de la neurona posee también dendritas, en realidad en gran número. El dibujo habitual de una neurona en un libro de texto simplifica inevitablemente la situación. Su axón queda probablemente reducido a unos cinco centímetros, en lugar de algunos metros como ocurre con frecuencia. Suelen dibujarse cuatro o cinco dendritas, con un aspecto semejante al de las pocas raíces de un arbolillo desarraigado, en lugar de las mil, o incluso diez mil que puede llegar a tener. Resulta fácil comprender al artista en estos casos. También es posible sospechar que generaciones de estudiantes recuerdan mejor el arbolito desarraigado en lugar de lo que puede ser a veces mil veces más complejo. Una neurona no tiene solamente unas cuantas terminaciones para conducir sus impulsos; tiene una infinidad de ellas. Consecuentemente, las posibles conexiones y ramificaciones no quedan en unas cuantas docenas si se trata de dos o tres neuronas, sino que se cifran en varios millones. En este sentido, los libros de texto son perjudiciales. Implican una sencillez que no existe.

La sinapsis. Es el punto de unión entre una neurona y la próxima. Puede encontrarse entre un axón y una dendrita, o entre dos dendritas. Hasta la década de los años cincuenta, se creía que el impulso pasaba este espacio por alguna transmisión de tipo eléctrico (en parte debido a que el cerebro emite

las llamadas ondas cerebrales, detectables externamente mediante el electroencefalograma, y que se exponen más adelante en este capítulo). En la actualidad se sabe que se trata de transmisores de tipo químico los que pasan información de una neurona a la próxima, los llamados neurotransmisores. El tiempo necesario para pasar la brecha de la sinapsis no encuentra correspondencia con la transmisión eléctrica y gradualmente se han identificado los diversos neurotransmisores. Inicialmente se supuso que solamente existían dos; uno estimulante y otro inhibidor, a fin de poder incrementar o disminuir el mensaje. Después de todo, la mayor parte del organismo funciona de una forma muy simple: los nervios transmiten, los nervios no transmiten; los músculos se contraen, los músculos se relajan; el simpático acelera, abre, ensancha; el parasimpático enlentece, cierra, reduce. Existían muchos precedentes de un sistema binario, de apertura y cierre.

La verdad era algo diferente, y por el momento se han identificado hasta treinta neurotransmisores. Este diluvio ha conducido al convencimiento de que se descubrirán muchos más, que serán también aislados e identificados. La primera generación, llamada generalmente de las aminas debido a su nitrógeno, incluyó a la acetilcolina, la noradrenalina (mencionada en la pág. 127 en relación con las suprarrenales) y la dopamina (mencionada en el capítulo que habla de la esquizofrenia). En los primeros tiempos de estos descubrimientos, se supuso que la acetilcolina tendría una especial importancia: era el principal neurotransmisor con su enzima acetilcolinesterasa que la anulaba con la inmediatez necesaria cuando se transmiten centenares de impulsos cada segundo. Desde entonces se ha demostrado que ésta y las otras dos aminas mencionadas sólo son eficaces para el cinco por ciento de neuronas existentes y que tienen sus conexiones en el cerebro. Los restantes neurotransmisores son, casi todos aminoácidos. Este descubrimiento resultó sorprendente, ya que estas moléculas, presentes en cada célula que fabrique proteínas, son precisamente la materia de la que están formadas las proteínas. Una proteína es, esencialmente, una secuencia de aminoácidos, aproximada-

mente un centenar. Por ello, la sorpresa es que haya moléculas tan profundamente implicadas en la fabricación de proteínas y que al mismo tiempo tengan un papel tan diferente, alternativo e igualmente vital, como el de la transmisión del impulso de una neurona a otra. Es lógico que hubiera una cierta confusión entre ambas tareas, ya que ambas se basan en la misma materia prima.

Y sin embargo, éste es el sistema. La investigación más reciente sobre neurotransmisores sólo subraya este punto, ya que ahora se ha reconocido a los péptidos, junto con las aminas y los aminoácidos, como nuevos conductores de impulsos. Un péptido es un grupo de aminoácidos unidos, y una proteína es una cadena bien de aminoácidos o de péptidos. Desde el punto de vista de un espectador todo viene a ser lo mismo. Desde la óptica de un bioquímico-neurólogo, los hechos resultan más intrigantes: vienen a añadirse a la multitud de neurotransmisores; plantean problemas acerca de los numerosos tipos de impulso que se transmiten (y de las diferentes clases de información que se transmiten por tantísimos transmisores diferentes); y todavía complican más las cosas, si se piensa en el doble papel que desempeñan como materia prima de las proteínas y como agente conductor. (Entre los péptidos que se liberan a nivel de las terminaciones nerviosas se encuentran las encefalinas y endorfinas, cuyo papel es aparentemente el de ser los modificadores cerebrales del propio dolor, que se explican detalladamente en el capítulo dedicado al dolor, pág. 280.)

Si se ha retenido cualquier simple hecho de los dos párrafos precedentes, debe ser que las neuronas no solamente disparan o no disparan. Mediante todos estos neurotransmisores han de ser capaces de transmitir una información mucho más sutil que sí o no. No son solamente como martillos que golpean el próximo clavo, con mayor o menor frecuencia. Para completar este ejemplo, son como un banco de carpintero, con destornilladores, alicates, pinzas, mazos y martillos. La amplia gama de neurotransmisores también es farmacológicamente atractiva. Se supone en general, que la mayoría de fár-

macos que afectan al funcionalismo cerebral llevan a cabo su efecto interfiriendo los transmisores. Si esta suposición es correcta, la cantidad existente de transmisores representa la posibilidad de una cifra enorme de interacciones. Posiblemente, algunos de los fármacos modernos, que actúan eficazmente pero sin revelar cómo, lo hacen sencillamente influyendo sobre transmisores todavía desconocidos.

La transmisión es una cosa; la recepción es otra. La sinapsis es el espacio que se encuentra entre una neurona y la siguiente. Por ello, es el testigo de la liberación de un neurotransmisor, pero también del reconocimiento por parte de la segunda neurona de que se trata de un mensaje, de un impulso, de algo que debe ser transmitido. Existen puntos receptores en la neurona siguiente, constituidos por grandes moléculas de proteínas, pero cómo reconocen que les llega un impulso, y cómo traducen este impulso, reconociéndolo, en otro impulso, todavía es un misterio: Solomon Snyder, de la Universidad Johns Hopkins, dijo que «es uno de los misterios fundamentales de la neurobiología... semejante al código genético de la biología molecular».

La forma en que una determinada sustancia química liberada en una terminación nerviosa es traducida en un impulso puede parecer de escaso interés frente a las grandes preguntas acerca del cerebro, de cómo ve, memoriza, piensa y resume. No obstante, es vital. La afirmación vertida en diversas ocasiones en este libro de que «se procesa la información» en su camino hacia el cerebro, o de que «hay tres sinapsis entre los órganos de los sentidos y el cerebro» sugiere actividad, selección, regulación, influencia. Un impulso no viaja sólo de un punto a otro, como un código Morse que llega a ciegas con sus puntos y rayas. Cada impulso neural es transformado a lo largo del camino, y en ningún otro sitio más que en las sinapsis. Por ello, lo que ellas hacen, cómo inhiben y estimulan, liberan este o el otro neurotransmisor, utilizan ésta o la otra vía, van más rápido o más despacio —todo esto resulta básico para el trabajo del cerebro. No es un adorno. «Es uno de los misterios fundamentales... semejante al código genético.»

Ondas cerebrales. La investigación no invasiva siempre ha resultado atractiva, tanto para el paciente como para el medio. Un ejemplo, la toma de temperatura, otro es la toma del pulso. No solamente no se debe alterar el sistema (dolor, dispendios), ya que el cuerpo proporciona una indicación fidedigna sobre sí mismo. Toda invasión es un trastorno del medio interno. Los electroencefalogramas —registro eléctrico de la actividad cerebral— son capaces de registrar, desde el exterior, los cambios de potencial eléctrico que tiene lugar en el interior. Conocidos como EEG, se han esperado grandes cosas de ellos, en la determinación de trastornos del funcionalismo, en investigación teórica, en la predicción y confirmación de los trastornos cerebrales. Se esperaba, que a la larga, remediaría la utilidad diagnóstica y de identificación del ECG, el electrocardiograma (grafía es el proceso, grafos son los aparatos y gramas son los registros). Otra ventaja de estas iniciales, EEG y ECG, es que eliminan la necesidad de todas estas terminaciones.

No obstante, igual que ocurre con todos los nuevos fármacos, los registros de las ondas cerebrales han oscilado entre una falta inicial de interés (cuando se informó por primera vez de su posible utilidad) y un enorme entusiasmo, hasta decaer hacia el escepticismo y finalmente a la aceptación de que deben jugar un papel, aunque aún existen dudas acerca de cual debe ser este papel. En un sentido esta historia ya dura cerca de cien años. En otro, solamente ha pasado su primer medio siglo. En un tercer sentido, el de los más escépticos, aún no ha empezado debido a la intensidad de la incertidumbre.

Fue un fisiólogo inglés, Richard Caton, quien en 1875 aplicó electrodos directamente al cerebro de animales de experimentación. Con tan sólo un modesto equipo a su disposición, fue capaz de detectar corrientes eléctricas que atravesaban sus cerebros. A duras penas era no invasivo, ya que los hemisferios cerebrales habían sido descubiertos a este fin, pero fueron las primeras mediciones externas de la propia electricidad del cerebro. La electricidad de la humanidad, la fabricada externamente había sido aplicada al cerebro humano. Según Ritchie

Calder, diligente explorador de hechos extraordinarios, los primeros experimentos con electricidad en el cerebro humano se había llevado a cabo en la batalla de Sedan en 1870. Se habían abierto adecuadamente varios cráneos, y dos médicos prusianos, supuestamente llamados Fritsch y Hitzig, aplicaron corriente a los cerebros expuestos antes de registrar la contracción muscular que tenía como consecuencia. Pudieron comprobar que las aplicaciones hechas al lado izquierdo daban lugar a movimientos del lado derecho.

El trabajo de Caton avanzó ligeramente en 1913 cuando Prawdycz Neminski logró los primeros registros gráficos, en lugar de meras observaciones en un galvanómetro; pero él, igual que Caton, tuvo que poner al descubierto el cerebro (de un perro) para lograr resultados. Fue Hans Berger, un psiquiatra de Jena, el que resucitó el tema en 1929, dejando el cráneo intacto. *Über das Elektrenkephalogram des Menschen* fue ignorado (¿cuántas veces se habrá hecho esta observación al hablar de los trabajos importantísimos de algunos pioneros?) hasta que el inglés Lord Adrian, un gran hombre de la neurología, le dio el sello de su aprobación cinco años más tarde, habiendo comprobado el sistema con mejores aparatos. Los «ritmos de Berger» fueron finalmente aceptados.

Berger perseveró en sus estudios, tanto si se le hacía caso como si no, y describió cuatro ritmos eléctricos principales: *alfa*, la onda dominante, especialmente cuando la mente está en reposo (8-13 ciclos por segundo, y en general cerca de 10); *beta*, la más notable, cuando el cerebro está en plena atención consciente (más de 13 ciclos por segundo); *theta*, relacionada con la somnolencia (4-8 ciclos por segundo); y *delta*, en general sólo presente durante el sueño profundo (menos de 4 ciclos por segundo). Desde los tiempos de Berger, el EEG ha mejorado tanto en amplificación y en técnica, que lo asombroso es que llegara siquiera a realizar cualquier clase de observación. Quizá haciendo un poco de broma, el trabajo era tal vez más fácil en el total silencio que acogió sus primeros trabajos.

Resulta fácil comprender la sensación de que el EEG debiera ser informativo. Determinados eventos eléctricos que tie-

nen lugar en el cerebro, no solamente existen, sino que deben estar revelando alguna cosa. La tira de registro que se desprende de un EEG está tan repleta de hechos, de cambios de potencial, agujas y depresiones, y a una velocidad de 2,5 cm por segundo o cerca de 100 m por hora. Todo tiene un aspecto muy fascinante, y por descontado que hay una serie de hechos que se desprenden de toda esta información. Puede revelar si el individuo propietario del cráneo es un niño o un adulto, si está dormido o despierto, o si está soñando, si sus ojos están abiertos o cerrados, presenta áreas mudas (tal vez provocadas por tumores, siempre que estén en el córtex), si está padeciendo un ataque epiléptico (como algunos que no pueden observarse clínicamente), o si está muerto. Esta última posibilidad puede no parecer de notable trascendencia, pero la aplicación del EEG es importante en las actuales definiciones de muerte.

Un termómetro suficientemente sensible y correctamente colocado podría desempeñar tal vez el mismo papel, descartando actividad general en una área determinada, un exceso de riego sanguíneo, una falta del mismo, o la muerte, y es posible que el EEG deba interpretarse como una ayuda semejante, y no como un elemento que proporciona respuestas claras e inalterables. No puede asegurar si la epilepsia de un paciente está mejorando —solamente la frecuencia y la gravedad de los ataques puede hacerlo. No puede dictaminar si un individuo está afecto de demencia— la demencia se acompaña a menudo de trastornos de las ondas cerebrales, pero éstas no permiten identificar la locura, y además, en cualquier caso, el diagnóstico mediante otras vías es relativamente sencillo.

No obstante, los EEG son útiles (igual que el termómetro), y en una ocasión, un corresponsal de *The Lancet* confeccionó un listado de sus atributos.

Puede contribuir a la comprobación de la recuperación de una lesión craneal, al control de los síntomas cerebrales de la insuficiencia hepática, al control de la hipotermia, a la detección de hematomas intracerebrales en la hemorragia subaracnoidea, y de recurrencia de tumores cerebrales extirpados.

El principal problema es que no existe una gama normal reconocida de actividad de ondas cerebrales, nada equivalente a «normal» en la regulación de temperatura (incluso aceptando que los límites de normalidad son más amplios de lo que habitualmente se considera, siendo una observación aceptada la de «normalmente estoy por debajo de lo normal»). Excepto en las crisis epilépticas —tan diferenciadas en el EEG como las propias crisis— no existen anomalías en las ondas que resulten claramente específicas de una u otra afección. Una temperatura de 38,5 °C tampoco indica nada preciso, salvo que el individuo presenta esa temperatura.

El doctor W. B. Matthews, de Derby, autor del artículo en *The Lancet*, había sido igual que otros, optimista acerca del potencial del EEG, esperando que tendría tanto valor teórico como práctico. Pero «antes de que estas hipótesis pudieran comprobarse», varios servicios de EEG, «en general dotados con un personal eventual» se extendieron «enormemente por todo el país». Comenzaron a incrementarse el número de «miles de registros cada año» y «aparte de gastar tiempo, dinero y espacio, decepcionando a los profesionales de la medicina y al público en general, y rebajando los métodos científicos, no causaron graves perjuicios como consecuencia de esta prematura explosión, debido a que la investigación es por lo menos indolora y segura». No obstante, añade pesimista «era demasiado bueno para que durara». Los trazados ondulantes de las tiras de registro producen a menudo artefactos; de ahí un creciente interés en lo que se conoce como activación. Se elimina la política de estudios no invasivos, se implantan electrodos en el cráneo, se necesita anestesia general, se inyectan diversos fármacos, algunas veces «de modo peligroso» y el proceso se está convirtiendo en «rutina». De ahí la preocupación del doctor Matthews. «La activación... puede proporcionar información, a veces necesaria para el bienestar del paciente o el avance de los conocimientos... (pero su) creciente utilización... como medida rutinaria cuando no puede esperarse obtener esta información», es lo que le hizo tomar la pluma.

Este artículo se escribió en el año 1964. Desde entonces,

el papel del EEG ha sufrido vaivenes, pero más hacia delante que retrocediendo, debido a su número creciente cada año. (Incluso así, no todos los hospitales británicos disponen del aparataje adecuado para producir el registro plano compatible con determinados criterios de muerte cerebral.) En ocasiones se ha considerado que el EEG sería superado más que complementado por las técnicas más modernas, pero lo normal ha sido la complementación, y el EEG aún no ha salido a la calle. Tal vez son más aceptables porque se conocen mejor sus limitaciones. Solamente puede tomarse el registro de una cuarta parte de la superficie externa de las circunvoluciones del cerebro. No puede trabajarse sobre el tallo cerebral, la sexta parte del tejido cerebral, implicado en todas las funciones básicas, ni en la superficie inferior (o interna). Todavía no se ha podido averiguar gran cosa acerca de la naturaleza y situación de lo que genera los diversos ritmos. Incluso pueden obtenerse registros completamente planos en algunos niños, en los que han estado expuestos a un frío intenso o sufren una intoxicación grave. También requieren médicos expertos para descifrar lo que aparece sobre la tira a una velocidad de unos 100 metros por hora. (Algunos escritores han designado a los servicios de EEG como «otro almacén de papel de desecho».) A los clínicos también les ha sido necesario aprender la interpretación de un EEG. «Este registro es comparable con una epilepsia» puede significar cualquier cosa, ya que, como indicó el doctor Matthews, el comentario «es válido para cualquier registro obtenido».

Lo que Hans Berger no pudo seguramente prever fue el desarrollo de otras técnicas susceptibles de hacerle sombra a su invento. Los veinte últimos años han sido testigos de numerosos avances con los radioisótopos. Apenas no invasivos, ya que se introducen sustancias radiactivas en el organismo, sin embargo, se produce un mínimo de trastornos; no es necesario anestesiar al paciente, sus funciones son normales y el registro de la información se lleva a cabo desde el exterior. De esta forma, puede medirse el riego sanguíneo región por región. Pueden detectarse áreas que reciben mensajes sensiti-

vos, que generan respuestas musculares, que participan en la memoria. Pueden determinarse, investigarse y comprobarse las zonas funcionales. Son diferentes en reposo, durante el esfuerzo mental, durante un episodio de dolor, en los demenciados, los esquizofrénicos, los autistas. No solamente puede registrarse el riego sanguíneo, sino también los cambios metabólicos, como la captación de glucosa. El procedimiento para todo ello es costoso, requiere la colaboración de otro tipo de experto y solamente es posible en contados centros. El problema básico de los cambios de potencial que aparecen en el EEG es la ignorancia. ¿Qué es lo que se mide, aparte de esos cambios de potencial?

Tuvieron que transcurrir diez años desde los trabajos iniciales de Berger sobre las ondas, y cinco años tras su primera publicación, antes de que el mundo tomara nota. Tanta rémora no sería posible en la neurología actual. Se salta encima de cualquier nuevo esquema, es discutido y analizado en congresos de notables dimensiones, con más de 2.000 congresistas, y cada nueva propuesta es promovida o archivada. El hecho es que el EEG aún existe, incluso se desarrolla y proporciona datos, se debe una intrigante curiosidad sobre su propia naturaleza. El EEG registra eventos naturales que tienen lugar en el interior del órgano fuente de todo saber, y sin embargo el saber científico aún no sabe qué es lo que registra. Resulta rarísimo estar sentado, conectado y con electrodos en torno a la propia cabeza, observar las agujas y oír sus potenciales medidos y traducidos en sonido. Si se cierra un ojo, el sonido cambia de aspecto. Si se cierran ambos, se incrementan las ondas alfa temblando como lo hacen a diez ciclos más o menos por segundo. Esto es uno mismo hablando. El ruido no resulta familiar, como el ronroneo de un intestino, o el flujo y reflujo de la sangre en el corazón. Es el fondo eléctrico de 15.000 millones de neuronas trabajando, mientras mantienen el pensamiento, las emociones, la percepción y el *status quo*.

Retroalimentación. Es una palabra moderna con resonancias antiguas. En el contexto del EEG, tiene un significado

muy peculiar. Esencialmente está en estrecha relación con la regulación, y ésta tiene su origen en la tecnología propia de la ingeniería. Las válvulas reguladas por vapor son un ejemplo primitivo de retroalimentación; cuanto más vapor se producía, más se cerraba la válvula para disminuir el aporte. Para resumir (quizá demasiado), la entrada está regulada por la salida. Un sistema así tiene forzosamente su paralelismo fuera del mundo de la ingeniería, y la palabra cibernética fue acuñada (en 1947 por Norbert Wiener, de fama genial, en el capítulo 12) para cubrir todo el campo de la teoría del control y de la comunicación. (Luego se supo que André Ampère había utilizado la palabra en su *Filosofía de las Ciencias*, publicada en 1838, pero numerosas nuevas acuñaciones resultan ser refundiciones de viejas monedas.) Retroalimentación, cibernética, regulador, etc., son todas variaciones sobre el mismo tema, y retroalimentación es el utilizado con mayor frecuencia en biología.

Este preámbulo está destinado a presentar el ejemplo más notable (hasta ahora) de mecanismo de retroalimentación: la gente ha aprendido a regular los ritmos de su cerebro. El primero en hacerlo fue un físico en su laboratorio de investigación en Massachusetts. Habiendo dispuesto una serie de electrodos alrededor de su cabeza, un sistema amplificador a su alcance, y sus dos buenos oídos, aprendió a conectar y desconectar sus ritmos alfa. Consiguió el que fuera posible comunicarse por código, de tipo binario o Morse, sin mover un solo músculo, exceptuando un dedo. Desde entonces, innumerables personas han aprendido a hacer lo mismo, incluso existen clases de retroalimentación, muy semejantes a las de meditación, en las que los grupos aprenden a controlar sus propios ritmos cerebrales; y por supuesto, el cerebro consigue autocontrolarse, en cuanto se conecta y se amplifica. Los ritmos dependen del tipo de actividad del cerebro; por consiguiente, el cerebro aprende a regular su actividad a fin de modificar sus ritmos.

La retroalimentación se encuentra por todos lados. Se le dan instrucciones a un brazo para que se mueva, y luego vuelven las señales del brazo informando de su movimiento, de

forma que los próximos movimientos puedan ser ajustados adecuadamente. Lo que resulta tan extraño de los ritmos cerebrales es que son fundamentales para la actividad cerebral. Incluso, oyéndolos o viendo sus efectos sobre un osciloscopio, pueden ser regulados. El cerebro es capaz de controlar y organizar incluso este evento tan básico. En teoría, ello debiera facilitar que las ondas cerebrales fueran más comprensibles. Lo contrario, o al menos eso parece, está mucho más próximo a la verdad.

La fisiología cerebral es mucho más que la conducción de impulsos, los neurotransmisores, cambios de potencial y su control por retroalimentación. Igual que con cualquier otro tejido del organismo, existe un metabolismo; cómo las células cerebrales reciben, modifican y proporcionan los diversos metabolitos necesarios para su subsistencia.

Por ejemplo, se ha prestado mucha atención a la «barrera hematoencefálica». La primera vez que se supuso la existencia de una estructura de este tipo fue en 1909, cuando se comprobó que determinadas sustancias, tales como colorantes, no alcanzaban el cerebro. Si se inyectaban en el torrente sanguíneo, llegaban rápidamente a cualquier otro tejido, menos al cerebro o a la medula espinal. Los experimentos realizados posteriormente confirmaron que parecía haber una forma de barrera (y con sustancias más interesantes que los colorantes, que pueden resultar demasiado diluidos para ser bien observados). Parecía haber una restricción tanto a sustancias extrañas (sacrosa, insulina, penicilina) como a las naturales (urea, sodio, potasio, creatinina). En comparación con el tejido muscular, en el que existe un equilibrio entre la sangre y el tejido, que se establece a los pocos minutos de inyectada la sustancia, una distribución equilibrada de este tipo en el cerebro puede llevar algunas horas.

Por otro lado, la barrera parece no existir en absoluto, por ejemplo, para el alcohol etílico. Igual sucede con diversos anestésicos, como éter y cloroformo, o las sulfamidas. El barbitál puede tardar bastante tiempo hasta inducir inconsciencia; el

tiobarbital lo hace casi instantáneamente. El denominador común de las sustancias rápidas es su elevada liposolubilidad. Por ello, el concepto de una barrera que protege el cerebro resulta menos positiva cuando todas las sustancias liposolubles pueden atravesarla de forma tan rápida. Además, la restricción nunca es completa; al final todas las sustancias pasan en algún grado. Las sustancias más restringidas son las de molécula muy grande que son hidrosolubles, como la insulina y las proteínas. En los últimos años, aunque todos están de acuerdo en que el cerebro se comporta de modo diferente respecto a la absorción de diversas sustancias, la idea de una barrera específica ha desaparecido. Tal vez el cerebro es más resistente a la entrada, simplemente porque no puede soportar el riesgo, encajado como está dentro de su cráneo. Cualquier hinchazón podría resultar fatal, como todos los pacientes afectos de cefalea pueden atestiguar.

En general, el cerebro es atractivo y repelente para los fisiólogos. Puede absorber fármacos, y luego explicar sus efectos, pero esto no explica lo que pasa a nivel metabólico. Puede anesthesiarse y hundirse en el coma, pero de modo asombroso como no existe un equivalente de consciencia en ningún otro órgano. Se trata de un tema fácil de estudio, y a la vez, imposible. No hay nada igual. Ocasionalmente, los neurofisiólogos desearían haber elegido un objetivo más sencillo, como el bazo o el páncreas; pero no existe mayor desafío que el cerebro humano, y no tiene nada de extraño que los cerebros humanos hayan intentado plantarle cara.

TERCERA PARTE

Las propiedades del cerebro humano están, por supuesto, imbricadas con su anatomía y su fisiología, pero también son lo suficientemente diferenciadas para constituir una sección aparte en el libro. Las características de predominancia y consciencia, de memoria y de capacidad general, y los distintos atributos del sistema sensitivo no son solamente humanos (aunque algunos sí lo son), sino que son la consecuencia del funcionalismo cerebral, y pueden agruparse perfectamente en la Tercera Parte.

VII. DOMINANCIA

No dejes que tu mano derecha sepa lo que hace la izquierda.

Mateo 6:3

Y colocará las ovejas a su diestra, y los machos cabríos a la izquierda.

Mateo 25:33

Por qué fue elegida (la mano derecha) no es una cuestión a plantear, ni vale la pena preguntarlo, a menos que sea un acertijo.

Thomas Carlyle

Desconfiad de los demonios situados a mano izquierda.

Proverbio tibetano

Simetría y asimetría. El hombre es simétrico bilateralmente. No todos los animales lo son —recordemos las caracolas, las estrellas de mar y los protozoos— pero suele ser la regla entre los vertebrados. No obstante, como todas las reglas, se rompe de vez en cuando. Incluso los órganos pares de la humanidad son diferentes, como los riñones (de los cuales uno está situado más bajo que el otro), los testículos (de los cuales el izquierdo está más bajo) y los pulmones (de los que el derecho es más pesado que el izquierdo). Existen algunos órganos únicos colocados en situación central (nariz, pene, vagina), que no entran en conflicto con la simetría pero en cambio, hay otros, también desparejados, que sí lo hacen, como el corazón, estómago, bazo, páncreas, hígado, intestinos. Ninguno de ellos está situado en la línea central del cuerpo. En muy raras ocasiones hay una redistribución de esta

asimetría que, en el caso del hombre, coloca el corazón y el estómago a la izquierda, el hígado a la derecha, el bazo a la izquierda. Muy raramente está el corazón traspuesto a la derecha —dextrocardia— mientras que todos los demás órganos se mantienen en su lugar normal. Con una frecuencia algo mayor (aproximadamente un caso en 10.000), se observa una trasposición completa (conocida como *situs inversus totalis*), lo que proporciona una imagen en espejo de la normalidad. (Recuerdo el caso de un médico brasileño, al que observaba mientras aplicaba su estetoscopio con una confianza impasible, pero al que se le iban frunciendo las cejas a medida que lo trasladaba de aquí para allá, y que solamente hizo una sonrisa de alivio cuando colocó su campana bajo el área mamilar derecha del paciente en lugar de la izquierda. Se trataba del primer caso de dextrocardia que observaba.) La inversión total es mucho más frecuente en adultos que la dextrocardia, en parte debido al hecho de que los pacientes que tienen solamente el corazón traspuesto presentan una tasa de mortalidad mucho más elevada que los que tienen una inversión total.

El cerebro, como corresponde a su *status*, rompe reglas y generalizaciones. Anatómicamente, es un órgano con simetría bilateral y mucho más simétrico que otros órganos, pero en cuanto a su funcionamiento, se observa una diferencia entre ambos lados. Una persona puede perder la mitad de su cerebro y aún puede llevar un género de vida hasta cierto punto razonable; pero si pierde una pequeña parte de su otra mitad, se convierte en idiota, mudo o puede morir. Hay una mitad dominante —llamada así, aunque no domina— y la otra, a la que nunca se llama recesiva o sometida, sino que en ocasiones (especialmente en los primeros tiempos de la investigación cerebral) se la denominaba subordinada menor o no dominante. El cerebro es principalmente un centro supremo de comunicaciones, que pasa impulsos de una neurona a otra con gran facilidad. Pero su forma simétrica, y la masa separada de su cerebro anterior en forma de dos cerebros anteriores, significa que las dos mitades de la nuez sólo pueden

comunicarse entre sí con relativa dificultad. Este hecho constituye tanto una ventaja como un inconveniente. El inconveniente, hablando con sencillez, estriba en que el lado izquierdo se da menos cuenta de la actividad del lado derecho. La ventaja, por utilizar una imagen diferente, consiste en que no hay dos jefes de departamento rivalizando por la supremacía. Una función determinada, como el importantísimo lenguaje, puede mantenerse en una mitad sin tener que implicar a la otra. Se ha dicho que los errores de la dislexia se originan por la disputa entre sí de dos mitades derechas.

Aunque la forma regular del cerebro, junto con su función diferente resulta atractiva (y muy relacionada con este libro), debe ser examinada en primer lugar en relación con las demás singularidades de los órganos del cuerpo. Igual que las dos mitades del cerebro tienen un gran parecido —pero pierden esta semejanza con una observación más detallada—, lo mismo sucede con algunas partes del organismo, que resultan menos semejantes que a primera vista. Por ejemplo, el húmero derecho es más largo (en un 1 %), y esta asimetría se observa incluso antes del nacimiento, lo que indica que no se trata de una influencia ambiental. El radio, la masa ósea de la mano, el omóplato, la pelvis, los huesos frontal y parietales del cráneo, el foramen yugular, la sensibilidad de la piel en un bebé, los testículos y ovarios (tanto si son de adulto como en estado fetal), la posición del feto, el grosor de la epidermis, las estrías de las huellas dactilares y las de la planta del pie, todos favorecen el lado derecho, siendo mayores o más numerosos o simplemente (como en el caso del feto), más inclinados a este lado. El remolino en el cuero cabelludo se encuentra con mayor frecuencia al lado derecho, la mayoría de veces en el sentido de las agujas del reloj (cuya dirección se asocia al ser diestro, pero volveremos a hablar de la destreza cuando se trata el tema de la mano). Las peculiaridades de la derecha componen una larga lista. Igualmente ocurre con los elementos que favorecen a la izquierda. El recuento de estrías es más abundante en las palmas izquierdas (y por ello diferente en las plantas de los pies y dedos), el fé-

mur es más largo (y por ello diferente del hueso del brazo equivalente), el hueso malar o pómulos es más grande (al contrario del frontal y el parietal, que son mayores al lado derecho), la velocidad de desarrollo esquelético es superior y la concentración de sodio en el sudor es más elevado al lado izquierdo. Resulta difícil ponderar las razones de todas estas diferencias generales. (Y, por supuesto, cada vez se observarán más diferencias, siempre y cuando la gente se empeñe en hallarlas.)

Aparte de estas asimetrías anatómicas y fisiológicas, existen las correspondientes a malformaciones o a afecciones. De nuevo componen un extraño conjunto, y los ejemplos más corrientes para el lado derecho son: pie en forma de maza, hernia inguinal congénita, tumor de ovario, dedo en forma de mallo, neuralgia de trigémino, tuberculosis pulmonar y cáncer de pulmón. (La sangre circula de modo diferente en el ápex de cada lóbulo, lo cual conduce a una sensibilidad distinta a esas enfermedades.) Más comunes son diversas anomalías congénitas, entre las del lado izquierdo, como la polidactilia (más de cinco dedos), la politelia (más de una mama), varicocele (distensión de las venas del testículo, que aparecen muy raramente en el lado derecho), dislocación de la cadera (que además, como una anomalía extra, es seis veces más frecuente en los neonatos del sexo femenino), ausencia de un miembro, y labio leporino. Las enfermedades en el lado izquierdo que afectan más a los adultos son el carcinoma de mama, la dislocación de tobillo, la neuritis oftálmica, el bloqueo de la arteria renal y la artritis de la mano.

Resumiendo, para un cuerpo con simetría bilateral, existe un notable grado de asimetría: grosera, como en los intestinos; diferenciada, aunque conservando la paridad —pulmones y testículos—, y escasamente detectable como en el cerebro. La pregunta de por qué deben existir estas diferencias tiene realmente pocas respuestas, pero algunas son sólo consecuencia de otras. El ser diestro está asociado a unas cuantas, pero la zurdería —una palabra que vale la pena de acuñar— debe ser la causante de otras (como la localización en

el lado derecho del hígado). Pero, ¿por qué el corazón debe estar a la izquierda y no a la derecha? Como dijo I. C. McManus «la pregunta no es sencilla ni banal». Uno debe aceptar que haya determinadas ventajas selectivas en la zurdería y la calidad de diestro. También debe existir un beneficio en la presencia de un hemisferio dominante a nivel cerebral, para que esta dominancia esté —en general— localizada al lado izquierdo.

Como una digresión, resulta interesante que el caracol *Fruticicola lantzi* pueda torcer su espiral a la derecha y a la izquierda, pero la forma que lo hace a la izquierda, menos frecuente, tiene menos posibilidades de sobrevivir a la inanición. Se trata de la única asimetría animal que demuestra una ventaja selectiva, y este tipo de prueba de selección natural no se da en el género humano, que posee el corazón a la izquierda, el cerebro «izquierdo» y la mano diestra. También resulta muy curioso que pueda aparecer con bastante frecuencia la imagen en espejo del *situs inversus* sin que sufra ninguna notable desventaja considerable. De modo semejante, también prosperan los zurdos y los que tienen un hemisferio cerebral derecho dominante. La norma humana, volvemos a repetirlo, está ahí para ser quebrantada.

Lado derecho, lado izquierdo. A modo de introducción a la forma simétrica del cerebro y a la asimetría de sus funciones, se pueden establecer algunas generalizaciones (con calificación). Por ejemplo, el cerebro es un órgano simétrico (pero un examen más detallado, como en el plano temporal, revela una asimetría: su porción posterior suele ser mayor en la parte izquierda). La mitad izquierda del cerebro controla los músculos de la mitad derecha del cuerpo y recibe las sensaciones de ese mismo lado. Esta inversión de la parte izquierda que controla la derecha y viceversa, es real para la mayoría de funciones (en cambio otras, como el lenguaje o el pensamiento espacial, están casi por completo asociadas a una mitad del cerebro). El lenguaje, por ejemplo, está organizado por la mitad izquierda de cerebro (excepto en las perso-

nas en las que lo es por el lado derecho). El ser diestro es lo más frecuente en el hombre (menos en los zurdos o en los ambidextros). Es terrible que un ictus anule una mitad del cerebro (a menos de que no sea el lado dominante). Para el hombre, es crítico que ambos lados del cerebro puedan comunicarse (en cambio, el punto de unión puede ser escindido sin que se obtengan resultados mortales). El cerebro es un órgano altamente específico, en el que la más mínima lesión puede tener consecuencias funestas (y por el contrario, la más tremenda lesión puede provocar daños menores). El lado izquierdo está claramente predestinado para determinadas funciones (pero éstas pueden ser perfectamente realizadas por el lado derecho si el izquierdo ha sido lesionado a temprana edad). La calidad de diestro es una característica humana básica, y así ha sido durante miles de años (pero no se encuentra en los animales que presumiblemente podrían compartir esta característica, los grandes monos).

Para resumir, no resulta fácil establecer algún tipo de observación acerca del cerebro sin incurrir inmediatamente en alguna contradicción. (Se le ha comparado a una conversación con un adolescente: todas las opiniones manifestadas son instantáneamente discutidas.) No obstante, recordando este elemento contradictorio, es posible ser concreto acerca de la simetría asimétrica del cerebro. Existen dos hechos, uno de orden natural y otro no, que resultan particularmente valiosos, y que son el ser diestro y el tener el cerebro dividido. La primera cualidad, llamada por Thomas Carlyle «la más antigua institución existente», es la preferencia humana por la diestra. (Su interés en el tema creció cuando se vio obligado a pasar de ser diestro a ser zurdo.) La última particularidad, el cerebro escindido, es el resultado de la acción totalmente artificial del bisturí del cirujano. En un intento de curar la epilepsia, se ha cortado la comisura de unión entre el hemisferio derecho y el izquierdo —obteniendo posibles beneficios para la afección de la epilepsia y beneficios indudables para el conocimiento de la humanidad de su propio cerebro. Sin embargo, estos dos hechos deberán esperar hasta que se hayan

podido detallar más características de la asimetría. Los dos proporcionan alguna luz, pero también contribuyen a oscurecer bastante el cuadro, simultáneamente.

Esperemos que su papel sea esclarecedor, ya que, como lo llamó un editorial de *The Lancet*, el cerebro es «un órgano par, cuyas mitades presentan un notable grado de integración funcional». La mayoría de órganos pares, como los riñones, pulmones, testículos y ovarios, llevan a cabo la misma función, pero de forma independiente. No obstante, el cerebro no solamente lleva a cabo la integración, sino que, además y contrariamente a los demás, sus dos mitades realizan diferentes funciones. Desde que se observó (por vez primera por el anatomista francés Paul Broca), en 1861, que una determinada lesión provocaba un determinado defecto, se supo de la existencia de regiones especializadas en el cerebro. Se dio cuenta de que una lesión de una parte del córtex (justamente por encima de la corteza motora, por encima de la cisura de Silvio, y conocida ahora como área de Broca) conducía inevitablemente a un trastorno del habla o afasia (literalmente, falta de habla). Puesto que esta área está situada tan cerca de la zona que controla los músculos de la cara, lengua, mandíbula y garganta, parecía inmediatamente presumible que el defecto del habla estuviera provocado por un fallo en los músculos vitales para el lenguaje; pero esta hipótesis fue no menos rápidamente refutada por el descubrimiento, que hizo el mismo Broca, de que la misma lesión, pero en el lado derecho del cerebro, no producía afasia. Por lo tanto, el habla es una cuestión de un solo lado, y casi siempre del izquierdo. Curiosamente, los pacientes afectados de afasia de Broca, en general pueden cantar, dicen que con facilidad y elegancia, en absoluto contraste con su estilo tartamudeante, basto, desagradable y lleno de faltas gramaticales, cuando hablan.

Encontraremos mucho más sobre el lenguaje bajo este concepto (pág. 221), pero el trabajo de Broca fue completado por el de otro investigador alemán, Carl Wernicke. Éste descubrió en el año 1874 otra área, que lleva su nombre, situada en el lado izquierdo del cerebro, que resulta crucial

para el habla. No se encuentra en el lóbulo frontal ni por delante de la cisura de Silvio, sino en el lóbulo temporal y por detrás de esa cisura, pero una lesión en ella provoca otro tipo de defecto del habla. La lesión de Broca provoca esencialmente un lenguaje lento, a trompicones, de tipo telegráfico («roto», si sirve para recordarlo), mientras que el defecto en la lesión de Wernicke es gramaticalmente correcto, pero semánticamente errático. Una vez más, el cerebro es preciso, pero impreciso: el lenguaje es (principalmente) una función del hemisferio izquierdo, pero localizado en diversos puntos del mismo.

Comoquiera que el lenguaje es un atributo únicamente humano, como los hombres son predominantemente diestros y como tanto el lenguaje como el lado derecho son controlados por el hemisferio cerebral izquierdo, resultaba inevitable que se tratara de correlacionar estos hechos, en un intento de establecer una equivalencia entre la utilización de la diestra y la localización izquierda del lenguaje. Una vez más, como en tantas ocasiones en la investigación cerebral, la desgracia de una lesión tanto accidental (traumatológica) como artificial (cirugía, TEC) ha constituido un estímulo y una ventaja para los descubrimientos.

Entre los hechos investigados de esta forma se encuentran: una lesión únicamente en el hemisferio derecho de una persona diestra rara vez conduce a un defecto del habla; cerca de un 98 % de diestros que poseen este defecto presentan lesiones del hemisferio izquierdo; aproximadamente una tercera parte de los que sufren lesiones en el hemisferio derecho y defectos del habla son zurdos; la aplicación de TEC al hemisferio izquierdo provoca más lesión en el habla en diestros que la misma aplicación en el hemisferio derecho; todos estos resultados son mucho más variables en los zurdos. (Genéticamente, la utilización de la diestra puede definirse como la ausencia de zurdería, pero ya retomaremos el tema en este mismo capítulo.) Lo que los hechos no dicen es que somos mayormente diestros *precisamente porque* nuestros centros del lenguaje se encuentran mayoritariamente a la izquierda.

Tampoco indican la otra mitad de esta afirmación: tenemos centros del lenguaje en el hemisferio izquierdo porque es ahí donde se controla nuestra utilización de la diestra. No obstante, el deseo de asociar ambas se mantiene, porque el lenguaje es el atributo más diferencial de los seres humanos, y su localización en el cerebro está tan netamente asociada al prejuicio más distintivo de la humanidad, una clara preferencia hacia la derecha.

El oído es más dependiente de ambos hemisferios que el lenguaje, pero menos que la vista. Un diestro normal oye más (o mejor) con el oído derecho que con el izquierdo, mientras que en los zurdos este hecho es menos preferencial. De hecho, cuanto más pruebas se realizan —casi de cualquier tipo— más parece que la asimetría sea la norma. Poco después de los descubrimientos de Broca y Wernicke se supuso que cualquier otra asimetría que se descubriera estaba relacionada de alguna manera con la bien documentada y universalmente aceptada asimetría del lenguaje. En la actualidad, el péndulo se encuentra al otro lado. Se piensa si es posible que exista alguna función superior del cerebro que no esté representada asimétricamente.

Los ejemplos son muy numerosos y variados. Los neonatos se vuelven hacia la derecha en forma espontánea cuatro veces más que hacia la izquierda. Los niños de tres meses prenden los objetos durante un tiempo más prolongado con la mano derecha que con la izquierda. La lesión de un hemisferio cerebral provoca que la víctima mire hacia ese lado con mayor frecuencia que hacia el otro lado, no lesionado. Si se mantiene en equilibrio un objeto sobre un dedo, se mantiene por más tiempo sin caer si se trata de un dedo de la mano derecha. No obstante, lo contrario también es cierto si el equilibrista está hablando al mismo tiempo. La lesión en un centro del lenguaje del cerebro tendrá efectos permanentes si la víctima es ya un adulto o está en edad escolar. Si el niño es menor de cuatro años, recuperará el lenguaje normal en el espacio de unos meses, ya que se supone que los centros del lenguaje han sido transferidos al otro hemisferio.

Las amputaciones efectuadas por encima de la rodilla derecha provocan más sensación de miembro fantasma que las que se efectúan al mismo nivel en el lado izquierdo. Por el contrario, las amputaciones hechas por debajo de la rodilla derecha provocan menos sensaciones que si se hubieran llevado a cabo en la parte inferior de la pierna izquierda. En las mastectomías, a menudo se experimenta dolor o sensaciones después de la intervención, como en las amputaciones de miembros, pero estas percepciones desaparecen marcadamente antes si se ha operado la mama izquierda en lugar de la derecha. Ello coincide con el hecho generalizado de que la piel del lado izquierdo del cuerpo es más sensible que la del lado derecho. Desde luego, la mama izquierda es más sensible que la derecha, incluso antes de la mastectomía. (Lo cual también es válido en las relaciones sexuales. En su novela *The War of '39*, Douglas Hayes escribe «Pobre pecho derecho, no es justo, el izquierdo se queda con todo el amor».)

En temas más cognitivos, la asimetría del cerebro es notable. Por ejemplo, la corteza derecha es dominante en diversos aspectos de música, en el reconocimiento de modelos visuales difíciles, en la expresión y recepción de emociones. En realidad, es el hemisferio para virtualmente cualquier forma de capacidad espacial. Cuanto más elemental es esta capacidad, en forma más precisa está localizada en la mitad derecha del cerebro. Dicho de otra manera, la especialidad de la derecha es cualquier cosa no verbal, como la identificación de las caras, que solamente es correcta (o eso se supone) si la izquierda es dominante para lenguaje y palabras. Si se cuenta con la colaboración de amigos, es posible tener una confirmación de este ajuste verbal/no verbal. Colocad a uno de ellos directamente delante de vosotros y planteadle una pregunta. Mientras piensa la respuesta, los ojos de vuestro amigo probablemente se desviarán, hacia la izquierda o a la derecha. Lo habitual es que se dirijan hacia la derecha mientras buscan la respuesta a una pregunta de tipo verbal o aritmético (¿cuánto son 82 menos 59?). Si tiene que resolver un problema espacial, mirarán hacia la izquierda (¿que hay inmediata-

mente debajo de un objeto que se encuentra en el primer piso, en la planta baja?). Al recibir tanta información los ojos, favorecen temporalmente al lado que proporciona menos información al hemisferio que debe solventar el problema. El mirar hacia la derecha proporciona relativamente menos datos visuales para que los absorba la mitad izquierda del cerebro (debido al cruce), y esta mitad izquierda es entonces más capaz de resolver el problema verbal o aritmético que se está procesando en el hemisferio izquierdo. Por supuesto, los amigos no siempre cumplen las expectativas, pero si se dispone de un número suficiente de ellos puedes demostrar una tendencia a cumplir esta norma general (siempre y cuando no sean totalmente resistentes al experimento y cierran sus ojos para concentrarse de modo más eficaz).

Algunos incluso piensan que la consciencia es asimétrica, desempeñando un papel más importante el hemisferio izquierdo. Por otro lado, desde el jardín de infancia, tendemos a dibujar caras con un error, favoreciendo un lado o un perfil más que otro. Ésta puede constituir otra manifestación de nuestra utilización dominante de la diestra, o una reacción al pensamiento espacial, que se encuentra ampliamente en uno de los hemisferios cerebrales. El registro de las ondas alfa y su actividad ha contribuido a resolver este tipo de respuesta doble, ya que el cambio de actividad es mayor en ese hemisferio más implicado en algún tipo de señal. Si se proporciona un estímulo verbal, el cambio de alfa es más notable en el hemisferio izquierdo (verbal). Si se da un estímulo musical, el cambio es más detectable en el hemisferio derecho (espacial). Esto es válido para adultos, niños e infantes, lo que indica que el cerebro designa diferentes hemisferios para tareas diferentes, de forma muy precoz.

Un experimento muy definido clarificó esta distinción regional con gran precisión: el silbar una canción redujo la actividad alfa en el hemisferio derecho (musical), el recitar las palabras de la canción provocó un cambio semejante en el hemisferio izquierdo (verbal) y el hecho de cantar la canción (palabra y música combinadas) produjo un resultado a medio

camino entre los dos. Juego, set y partido para Schwartz, el experimentador.

La reducción de la actividad alfa en la mitad más activa del cerebro puede parecer lo contrario de lo esperado, y desde luego fue lo contrario de lo que se esperaba en los primeros tiempos, pero eso es lo que ocurre. El cerrar repentinamente ambos ojos, por ejemplo, y con ello reducir la entrada nerviosa al cerebro, conduce a una elevación inmediata de actividad alfa. No necesitamos decir, tras descubrir tanta asimetría cerebral, que la actividad alfa es asimétrica *per se*, siendo habitualmente más pronunciada en el hemisferio derecho (no dominante). Pero incluso esta disparidad es curiosa. Las áreas temporales muestran una mayor asimetría que las parietales para las ondas cerebrales en general, y para las ondas alfa en particular hay una mayor simetría en lo referente a trabajo muscular que en los de tipo sensorial.

En este estadio resulta casi más fácil pensar, como último recurso, en el cerebro como en dos órganos diferentes unidos solamente por un aspecto semejante. Cuanto más se descubre acerca de sus papeles, menos uniformes parecen ser los dos hemisferios. Y, sin embargo, existe una unión entre ellos. El principal nexo de unión es el cuerpo calloso (o «cuerpo duro», ya mencionado en el capítulo dedicado a anatomía). Éste es, con mucho, el tracto de fibras más ancho del sistema nervioso central, con una longitud de 8,75 cm y una anchura de 0,6 cm, y éste es el haz que (generalmente) se escinde cuando se separan los hemisferios derecho del izquierdo (en los pacientes que sufren una epilepsia severa o incurable). Esta forma de bisección cerebral, o comisurotomía, ayuda algo a los epilépticos, pero contribuye también a explicar la falta de unión de nuestros cerebros unidos, o si se prefiere lo contrario, la unión de nuestro desunido cerebro.

El cerebro escindido. La técnica quirúrgica para la separación de los dos hemisferios se aplicó por primera vez (en un gato) en el año 1955. Desde entonces, se ha modificado y aplicado al hombre (iniciándose en los primeros años de la

década de 1960, aunque la primera escisión tuvo lugar en la década de 1930, durante la extirpación de un tumor). Un resultado sorprendente y general es que la operación lesione tan poco al paciente (y en el caso de una epilepsia brutal, le proporcione tanto beneficio). Después de todo, por insistir nuevamente en el tema, se ha cortado el haz nervioso más grueso del sistema nervioso central; pero la coordinación muscular, en cambio, casi no se ha afectado. A nivel superior, pero, existe una notable confusión. Lo que ha ocurrido es la creación de lo que podría llamarse una mentalidad siamesa. Dos siameses son dos personas diferentes que comparten, parcialmente, un cuerpo común. Un humano al que se le ha practicado la comisurotomía tiene dos esferas de conciencia, y es como dos personas diferentes que comparten un tallo cerebral y el resto del organismo. En resumen, dos mentes en una cabeza.

Determinados experimentos han contribuido a llegar a esta conclusión. Por ejemplo, si se muestra un dibujo —digamos, de un triángulo— solamente al campo visual izquierdo, y por ello sólo al hemisferio derecho, la mitad parlante del cerebro —la izquierda— se quejará de que no ha visto nada. La escisión de las comisuras ha eliminado este conocimiento de su posibilidad. Si se pide a los pacientes que escojan de una bolsa (con diversas formas dentro) lo que han visto, con su mano izquierda tomarían correctamente un triángulo. Si se les preguntara entonces qué es lo que han hecho dirían «nada». El triángulo ha sido visto sólo por el hemisferio derecho y tomado por el hemisferio derecho. En lo que respecta al hemisferio izquierdo, no ha visto nada, no ha hecho nada y, por eso, ha dicho «nada». El concepto de doble mente interviene en esta experiencia porque el hemisferio derecho, viendo algo y seleccionando este algo de una bolsa, es supuestamente consciente de lo que está haciendo, aunque al no estar equipado con el poder del lenguaje, no puede relatar su experiencia. El hemisferio izquierdo, dispuesto a explicar cualquier acción, no sabe nada del triángulo, por lo que no le es posible describir el experimento. Una de las mitades es cons-

ciente de ello; la otra mitad no lo es. Las dos mentes están llevando sus vidas por separado, escindidas.

Otras experiencias sobre cerebros escindidos sugieren que el cuerpo calloso transmite lo que se llama información de orden superior. No solamente envía al otro lado todas las señales recibidas por la otra mitad, como si fuera un burócrata de oficina demenciado que fotocopiara todos los documentos del departamento para otro departamento. En lugar de ello, parece filtrar o procesar o codificar esta información. Los términos son vagos, debido a que nos encontramos en los primeros tiempos del entendimiento del cuerpo calloso, y del llamado código calloso, pero es el único tracto fibroso cerebral que actúa de esta forma. Por ello, es generalmente objeto de intensos estudios, principalmente en el gato (cuyo cerebro opera posiblemente de forma semejante en este respecto al del humano).

Curiosamente, las personas que han experimentado/sufrido una comisurectomía, no tienen una sensación de pérdida. Normalmente sólo se escinde el cuerpo calloso, o incluso sólo una parte, pero existen otros sistemas interhemisféricos menores, como las comisuras anterior y posterior, la comisura habenuar, las de los colículos superior e inferior, y la comisura intertalámica. Por ello, aún existe alguna conexión —de algún tipo— pero de intensidad modesta y situada más abajo en el cerebro. No obstante, aunque esté escindido de su compañero derecho, el hemisferio izquierdo nunca se queja ni parece consciente de su pérdida. Por descontado, como ha subrayado Michael S. Gazzaniga en *The Bisected Brain*: «Uno se lamentaría más de la partida de un buen amigo, aparentemente, que el hemisferio izquierdo lamenta la ausencia del derecho.»

El hecho de que el cerebro sea escindido, por más que sus resultados sean interesantes, puede evocar los primeros ataques (en los últimos años de la década de 1930) del bisturí a los lóbulos frontales. Con frecuencia se llevaron a cabo lobectomías para calmar determinadas formas de comportamiento anti-social. Tuvieron éxito, a veces demasiado, y tran-

quilizaban al individuo de la forma más inhumana. Las comisurectomías también se practican para calmar, pero sólo a pacientes epilépticos, cuya enfermedad es incontrolable por ningún otro medio. El objetivo es detener las convulsiones. Normalmente, una crisis epiléptica es un proceso en aceleración, parecido en ocasiones a un altavoz que vocifera cuando se conecta el sonido y es aumentado incesantemente por sus amplificadores. Eventualmente, todo el cerebro se convulsiona, o por lo menos lo suficiente para tumbar a la víctima en el suelo, indefensa e inconsciente. La escisión de las comisuras es un intento de restringir las convulsiones a un único hemisferio. Cabe esperar que el otro esté libre de ellas y por consiguiente sea capaz de mantener por lo menos su mitad correspondiente del cuerpo de modo algo normal. El ataque o crisis es evitado —en teoría— por la escisión (en general) del cuerpo calloso y de la comisura anterior. (Durante la década de 1940 corría un chiste, que constituía la réplica de los estudiantes de medicina, acerca de la función del cuerpo calloso: «Transmite las convulsiones epilépticas de un hemisferio a otro».)

Desde luego, numerosos pacientes se han mostrado sumamente colaboradores después de la intervención, y sus cerebros escindidos han dado lugar a hechos muy curiosos. Por ejemplo, esta incapacidad de saber conscientemente lo referente al triángulo observado, incluso aunque su forma se extraiga correctamente de una bolsa, puede duplicarse simultáneamente. Se mostró una imagen en flash de una naranja al hemisferio izquierdo de un paciente, al mismo tiempo que se hacía lo mismo con la imagen de una manzana al hemisferio derecho. Inmediatamente después, su mano izquierda tomó una manzana y su mano derecha una naranja, incluso a pesar de que no fue capaz de decir (y de saber) lo que había sido mostrado a su campo izquierdo o lo que había sido tomado por su mano izquierda. Aún resulta más intrigante (para el resto de nosotros, si no para el paciente) la presencia de una luz roja ante un hemisferio y de una luz verde ante el otro. Por supuesto que las dos luces son observadas,

pero el observador no se apercibe de la diferencia de color.

Esta falta de correlación entre uno y otro lado puede conducir a un comportamiento contradictorio, tipo Jekyll-Hide. Un paciente podría encontrarse a veces bajándose los pantalones con una mano y subiéndoselos con la otra. O zarrandeando violentamente a su mujer, mientras que con el otro brazo intentaría protegerla y controlar el brazo agresivo. No obstante, la existencia de esta correlación o consciencia del otro lado, no es totalmente inexistente. Se mostró en un flash un dibujo de un desnudo a una chica, al hemisferio derecho de su cerebro escindido. Ella dijo, con su cerebro izquierdo, que no había visto nada, pero emitió una risa ahogada. Preguntada acerca de su reacción, no pudo dar explicación alguna, pero creía que había sucedido algo «divertido». Cuando se mostró en un flash la misma imagen a su hemisferio izquierdo, volvió a reírse y explicó que había visto un desnudo.

Se están acumulando pruebas de que el neonato humano posee un cerebro escindido. Parece ser que las estructuras que unen ambos hemisferios no se comportan normalmente en el momento del nacimiento, o por lo menos hasta bastante tiempo después. Anatómicamente, el cuerpo calloso de un neonato no se parece al de un adulto, ya que es menor y menos desarrollado de lo que podría esperarse. El cerebro de un niño muy pequeño actúa funcionalmente como si estuviera dividido en dos mitades, observándose que el lenguaje, por ejemplo, se desarrolla por un igual en ambos hemisferios. Hacia los dos años, se observan signos de que el hemisferio izquierdo empieza a desarrollar el lenguaje, en la medida en que un niño de dos años es capaz de explotar el lenguaje, y las lesiones que tengan lugar en esa área resultan, por lo tanto, progresivamente distorsionantes. La dominancia, como dijo un autor, va en aumento y la duplicación de la información se desconoce.

En el momento que el niño se convierte en adulto, y la izquierda ha ido aumentando mientras que la derecha se ha ido reduciendo hasta sus niveles de madurez, la cuestión suprema persiste, ¿por qué una mitad del cerebro queda relega-

da a un estado tan inferior? Puede ser destruido, como en el ictus, con tan pocos efectos. ¿Por qué componen sus capacidades superiores y particulares, una lista tan reducida?: muy escasa implicación en el lenguaje (es capaz de reaccionar ante unos pocos nombres pero no ante verbos), algo más respecto a la música, percepción espacial y algunos atributos como la identificación facial. Indudablemente, la lista irá en aumento, pero la enorme cantidad de tejido neural de este hemisferio derecho permanece relativamente desempleada, cuando se la compara con la del hemisferio izquierdo. El comprender completamente el lenguaje, el ensamblarlo correctamente y expresarse adecuadamente constituyen una tarea que no encuentra paralelo en la capacidad humana. El hecho de realizar todo esto (o virtualmente todo) sólo en una mitad del cerebro es una de las más extraordinarias facetas de nuestro extraordinario cerebro. El vuelo es un hecho asombroso: pero el volar solamente con un ala, dejando la otra quieta, resultaría aún más asombroso.

Hemisferectomía. Tal vez el enigma se convierta en más tangible y el problema sea más comprensible cuando exista un mayor número de pacientes sometidos a hemisferectomía del lado izquierdo. Ocasionalmente, la presencia de tumores requiere la extirpación de todo un hemisferio —si ésta es una frase válida. La eliminación del hemisferio derecho no puede desde luego realizarse a la ligera, pero, por lo menos, este hemisferio es el menos importante a la vista de su modesta lista de cualidades. Después de la intervención el paciente no queda bien al 100 %, pero, evidentemente, mucho mejor que muerto.

La primera hemisferectomía se llevó a cabo en el año 1928 —sobre un hemisferio derecho. Las dos primeras hemisferectomías sobrevivieron durante 17 y 113 días, y por mucho tiempo se consideró que ésta sería una consecuencia inevitable si se escindía la mitad dominante. En la actualidad, tanto niños como adultos han sobrevivido a la pérdida de su hemisferio izquierdo. La supervivencia del adulto resulta más

asombrosa porque su cerebro está más encarrilado, menos dispuesto (o eso se pensó) a someterse a cambios, menos capaz de perder su importantísima, casi omnipotente, mitad dominante. No obstante, en el año 1966, un hombre de cuarenta y siete años de edad, procedente de Omaha, sufrió esta pérdida y casi inmediatamente, para el asombro de todos, comenzó a articular palabras. Desde luego, la mayoría de ellas componían maldiciones, ya que se encontraba frustrado al no poder hallar las palabras adecuadas, pero se suponía que una de las principales propiedades del hemisferio izquierdo son toda clases de palabras. Y para este paciente, esa mitad se había ido junto con su glioblastoma; pero el progreso se mantuvo. En el espacio de ocho meses pudo caminar (con un bastón), cerrar su mano derecha y levantar su brazo izquierdo y sorprender a todo el mundo desde el punto de vista intelectual. En las tareas no verbales, seguía siendo tan bueno como lo había sido antes. En las pruebas sobre lenguaje los resultados eran al principio muy pobres, pero al cabo de seis meses podía discriminar casi correctamente colores y seleccionar el color que se le pedía al mostrarle una gama de colores. El hecho más crucial, que no debe olvidarse en toda esta serie de logros, es que seguía estando vivo.

Desde entonces, han habido otros que también han sobrevivido. El mantenimiento de su existencia sólo-derecha ha contribuido a modificar las opiniones sobre el hemisferio considerado menor y redundante. En la actualidad, nada se contempla de modo tan negativo como antes. Si es capaz de encontrar palabras, y de sentirse frustrado por no hallarlas, y si puede aprender algunas de las funciones del hemisferio izquierdo a la avanzada edad de cuarenta y siete años, es indudable que su capacidad está situada en un plano superior a lo que habitualmente se creía. Simplemente, podríamos decir —por utilizar una frase apropiada— que tiene una mente propia más de lo que creíamos, y la noción de dos mentes en una cabeza va ganando base. Una posible analogía es que el hemisferio derecho ha sido como la cara oculta de la Luna, la cara que nunca vemos desde la Tierra. Por supuesto que

está ahí y resulta vital, pero el hemisferio que más conocemos, la mitad que vemos de la Luna y el hemisferio cerebral izquierdo, han sido mucho más brillantes, más fáciles de estudiar, que hemos tendido a relegar la cara oculta y el hemisferio derecho a un papel menos interesante. Igual que ha ocurrido con la Luna en los últimos años, el cerebro ha sido considerado más en su totalidad que antes. Curiosamente, este avance se ha producido mayormente a expensas de los pacientes a los que se les ha escindido el cerebro en dos partes o en los que les ha sido eliminada una mitad.

Una idea actual es de que el hemisferio derecho actuaría como una cámara de resonancia del izquierdo, un modificador o un revalorizador de la personalidad de la izquierda. Una metáfora médica es que el hemisferio derecho proporciona una segunda opinión. Ofrece tiempo para la consideración (muchos de nosotros contamos hasta diez antes de actuar como reacción a un estímulo), y para la evaluación. Visto desde esta óptica, las famosas historias de los pacientes con el cerebro escindido tienen más sentido (o por lo menos, un sentido diferente). Teníamos al hombre que con una mano hacía una lazada y con la otra la deshacía, el cortador de césped que nunca podía guiar correctamente su máquina, ya que su derecha rivalizaba con su izquierda, y el lector que tenía que sentarse sobre su mano izquierda para evitar que le pasara las páginas antes de haberlas leído.

Siempre había resultado un acertijo que una semejante masa de tejido neural, como es el hemisferio derecho, pareciera tener tan pocas funciones. No debemos asombrarnos de llamarlo menor, no dominante, secundario. «¡Qué cabeza tengo, para hacer esto o lo otro!», decimos, como haciéndonos eco de esta idea de medio cerebro. Pero en algún momento, hemos aprendido que tenemos una mente completa, y al final, la parte derecha y la izquierda ya comienzan a ir juntas. La pregunta de mayor actualidad es si todos los mecanismos son, en algún grado, comunes a ambos hemisferios, y si necesitamos realmente dos mentes para que solamente trabaje de verdad una de ellas.

Mano derecha, mano izquierda. Es evidente que componen una lista más bien mezclada: Charles Chaplin, Harpo Marx, Paul McCartney, Tiberio, Miguel Ángel (como confirma la Capilla Sixtina), Horatio Nelson (por fuerza, ya que perdió su brazo derecho), Jack el Destripador (quienquiera que fuera), Sir Thomas Browne (quien consideraba un «vulgar error» creer que el corazón está a la izquierda), Danny Kaye, Leonardo da Vinci (tal vez —la posibilidad está aún en discusión—), Rex Harrison, el jugador de fútbol y cricket Denis Compton, y aproximadamente un 10 % de la población. Hay más chicos que chicas (12,8 % frente a un 9,6 %, según revela una reciente encuesta), y el porcentaje que se encuentra en instituciones mentales es aún más elevado (a veces del 30 %). El hábito comienza en el momento del nacimiento —si no antes—. Históricamente remonta muy hacia atrás, en realidad a los mismísimos comienzos. Y nadie puede decir por qué esta minoría, la mayor de todas, de 400 millones más o menos, son más capaces con su mano izquierda que con la derecha.

Es evidente que existen prejuicios contra ellos. Lingüísticamente son zurdos, siniestros. Sus opuestos son diestros, derechos. Incluso en el caso de que ambas manos estén igualmente capacitadas, se llaman ambidextros, o doble-diestros. La Biblia contiene unas 1.600 referencias a los diestros, casi todas hostiles a la izquierda, el lado de los machos cabríos. (¿Quién cuenta estas cosas? Un zurdo, seguro.) Las escaleras en espiral se hacían (y siguen haciéndose mayormente) para favorecer a los diestros, los defensores, subiendo en contra de las agujas del reloj. Las herramientas modernas suelen tener mangos favorables para diestros, aunque permiten que haya también un mercado para zurdos. En política, se considera la izquierda para los radicales, la derecha para los conservadores (aunque la terminología puede tener su origen en la Asamblea Francesa Posrevolucionaria, con los conservadores sentados a la derecha del presidente, los revolucionarios a la izquierda y los moderados en el centro. El acto de comer se lleva a cabo con la mano derecha en todo el

Oriente Medio, dejando claramente para la izquierda la cuestión del aseo personal. Los prejuicios contra la zurdería son muy fuertes, ya que involucran la religión, la higiene, el lenguaje, las costumbres y la tecnología. En la antigüedad aún era mucho peor, cualquier anomalía era convertida en seguida en un asunto demoníaco, contrario a las agujas del reloj, o simplemente el mal camino.

Nadie sabe cuándo comenzó el prejuicio contra los zurdos. Los grandes monos son a menudo diestros, mostrando una clara preferencia por esta mano, pero a menudo son igualmente zurdos. En algunas revisiones, el número más frecuente no son ni diestros ni zurdos, ni tampoco los ambidextros, ya que lo que predominan son los ambiguos «no sabe, no contesta». Es más frecuente que haya una mano favorecida, pero no que exista una uniformidad entre las especies en cuanto a un lado más favorecido.

Los humanos parecen haber optado siempre por ser diestros desde que son humanos. Existen algunas pruebas de que los australopitécidos utilizaban la mano derecha más que la izquierda (atacando cráneos), y saltando un par de millones de años, que también lo hacían así los artistas de las cuevas. Las improntas de mano suelen ser de la izquierda indicando así (probablemente) una preferencia a trabajar con la derecha. Saltando de nuevo treinta mil años, los esqueletos de los cementerios, cuando están dañados, lo están más en el lado izquierdo, sugiriendo que los atacantes eran diestros (o que su lado izquierdo era más vulnerable). En las pinturas del Renacimiento, las cuatro quintas partes de las Vírgenes con Niño lo acunan maternalmente a su lado izquierdo. Ello deja (a cuatro quintas partes) el brazo derecho libre para las tareas más exigentes de alimentar, acariciar y divertir a la criatura. (No obstante, existe un gran componente de tradición en estas pinturas, e incluso aunque no fuera más que tradicional que las Vírgenes sostuvieran al Niño con su izquierda, la desproporción del 80/20 sería otro aspecto de la unilateralidad humana.)

En todos los casos, la humanidad ha acabado por mostrar

en todos los grupos estudiados una parcialidad por la diestra. El cociente de derecha a izquierda varía, generalmente, entre un 5 y un 10 %, pero no así la preponderancia de la derecha. Es fácil de argumentar por qué una mano tiene que ser tan favorecida —se utiliza más y se convierte en más hábil, se vuelve más fuerte, hay menos duda sobre qué brazo o pierna utilizar— pero resulta menos fácil de explicar la razón por la que la derecha es la preferida. El corazón se encuentra al otro lado, pero también es el caso de los monos ambidextros. El lenguaje y el lado derecho del cuerpo son controlados por el hemisferio izquierdo, y puede que haya alguna ventaja en tener estas dos características particulares humanas estrechamente reunidas en el cerebro, pero ello solamente empuja la pregunta un escalón más adelante: ¿por qué no está el hemisferio dominante en el otro lado para convertirnos (casi) en completamente zurdos?

La incongruencia, el 5-10 % de anomalía, también suena raro. La mayoría de anomalías son mucho más raras. Por ejemplo, la posesión de un centro del habla en el hemisferio derecho es mucho menos frecuente que la zurdería. Todavía mucho más rara es la anomalía de tener el corazón a la derecha (pág. 159). Una determinada proporción de humanos tiene tres mamas, seis dedos en una mano, paladar hendido, o una columna vertebral curvada hacia fuera, pero estas características aberrantes son poco frecuentes y en general mal acogidas. Una de las peculiaridades de la zurdería no es sólo que sea tan frecuente, sino que aparentemente carezca de inconvenientes (los numerosos zurdos ingresados en sanatorios mentales presentan zurdería a consecuencia de su deficiencia mental, más que como causante de la misma). Igual que ocurre en todos los lugares del mundo, entre tantos estilos de vida diferentes, y tantas razas y (casi) igualmente entre los sexos, no parece existir un inconveniente selectivo. El color del cabello y de los ojos, por ejemplo, puede parecer a primera vista que carezca de importancia para la selección natural, pero esto no puede ser la razón. Los ojos azules y el cabello rubio no aparecen en muchos puntos. Tampoco

ocurre así con la zurdería. Esta anomalía parece completamente normal —para el 5-10 % que están afectados/dotados por esta característica.

Tal como se han ido descubriendo, estos defectos corresponden, más que al error de ser zurdo, a la cualidad de ser diestro. Existe una parálisis histérica que afecta predominantemente al lado derecho. Los pacientes prefieren también los tratamientos a su lado derecho, y el hecho de ser diestro y utilizar más la pierna derecha podría explicar por qué la enfermedad de Parkinson parece ser más incapacitante para este lado. En resumen, el hecho de ser asimétrico conduce a multitud de asimetrías, algunas de ellas muy claras en su causa y efecto, algunas oscuras. Igual que resulta raro que la parcialidad por un lado oscile de la derecha (generalmente) a la izquierda (ocasionalmente), también resulta extraño que el ser ambidextro total pueda darse sin que existan inconvenientes detectables. Sir Edwin Landseer, el artista, era capaz de convertir su anomalía en su espectáculo de reunión. Con una mano dibujaba un ciervo, y con la otra, simultáneamente, un caballo. Parcialidad a la derecha, parcialidad a la izquierda, e imparcialidad, todas ellas perfectamente aceptables —o eso parece.

El hecho más fundamental es la sostenida preferencia por la derecha. Va en familias. Es válida para la humanidad en general. Napier estableció muy bien la cuestión: no hubiéramos podido manifestar habilidad si no hubiéramos adquirido destreza (como lo hizo el *Homo habilis*), pero eso aún no explica por qué la derecha fue lo correcto. O cuál fue la razón por la que existió un beneficio evolucionario de tal magnitud, que permitiera que nuestra destreza entrara a formar parte de nuestra base genética. Se ha sugerido que hay dos genes que controlan la calidad de ser diestro, uno para ser diestro, que es (habitualmente) dominante, y otro para la zurdería (habitualmente) recesiva, que sería lo que se conoce como penetración parcial del gen de la zurdería en los heterocigotos. Ello cuadra con el hecho de que la mayor parte de heterocigotos (herencia mixta) desarrollen la destreza, pero que en al-

gunos, el gen recesivo induzca tendencias a la zurdería. Esta zurdería (que ni siquiera es una palabra tan feliz como destreza), varía entre intensa y débil, existiendo diversos grados de destreza para la mano derecha. Los zurdos suelen ser mucho menos exigentes en su preferencia que los diestros, lo que concuerda bien con el «modelo» genético.

Resulta muy fácil aceptar la idea de que una mano derecha dominante y un hemisferio izquierdo se asocian, y que de alguna manera, dos atributos tan importantes como el lenguaje y la utilización de la diestra quedan unidos. Esta sugerencia de unión queda reforzada por la supuesta relación de que la tartamudez y la torpeza con la mano derecha se asocian. Desgraciadamente (para esta suposición) esta asociación no resulta tan creíble en la actualidad. Mientras el *British Medical Journal* escribía en 1966 «...la utilización forzada de la mano derecha en niños muy zurdos ha conducido a la tartamudez», la misma revista publicó años más tarde la teoría que sugiere que la mayor parte de casos de tartamudez «se han producido en niños zurdos a los que se ha obligado a utilizar su mano derecha... no ha sido confirmada, y en la actualidad existen pocos terapeutas o teóricos que la crean».

Tal vez, como sugiere el *BMJ*, existe una asociación genética. La zurdería es más frecuente en gemelos, y hay un número cinco veces superior de gemelos que tartamudean que entre la población normal. De ahí viene la idea de una asociación genética entre los gemelos, la tartamudez y la zurdería. No obstante, si es que existe, la asociación es débil ya que la mayoría de gemelos ni tartamudean ni son zurdos. De hecho, toda la herencia de la destreza es bastante vaga. Por ejemplo, aproximadamente un 10 % de los hijos de los diestros son zurdos, pero la proporción aumenta hasta un 20 ó un 25 % si los padres son mixtos (diestro y zurdo), y a un 30 % si ambos padres son ellos mismos zurdos. Los gemelos univitelinos presentan, con una frecuencia de un 20 %, una utilización no idéntica de la mano derecha o de la izquierda, lo que resulta muy raro si consideramos su ambiente similar, su entorno uterino semejante y sobre todo su código genético

idéntico. Igual de intrigante resulta el hecho de que haya más gemelos univitelinos zurdos (aproximadamente un 15 %) que los gemelos bivitelinos (11 %). Puede incluso existir una cierta forma de ligamiento al sexo. Los hijos de madres zurdas tienen más probabilidad de ser zurdos que los hijos de padres zurdos.

La esperada y ansiada asociación entre un hemisferio izquierdo dominante y un brazo derecho fuerte no queda más clara que la herencia de la destreza manual. Aproximadamente un 90 % de diestros y un 65 % de zurdos tienen su hemisferio izquierdo dominante para el lenguaje. El resto, un 10 % de diestros y un 35 % de zurdos, hablan, por decirlo así, con su hemisferio derecho, pero un 10 % de todos los diestros (el 90 % de toda la población) y un 35 % de todos los zurdos (un 10 % de toda la población) totalizan sólo un 13 % de la población (9 % más un 4 %). Es una proporción semejante a la de zurdos, pero ambas no se combinan. Sería muy conveniente, claro y cómodo que lo hicieran, pero no lo hacen. La destreza general de los zurdos sigue siendo soberana.

Thomas Carlyle, obligado a utilizar su mano izquierda cuando ya no pudo hacerlo con su mano derecha, estaba justamente indignado cuando dijo que nuestra preferencia por la derecha provocaba un problema que era mejor no plantear, y no valía la pena cuestionar, a no ser que se enfocara a modo de acertijo. Cien años más tarde la cuestión aún no ha sido todavía resuelta, pero sí ha provocado numerosos desafíos. Podría sospecharse, sobre todo en vista de su interés en las minorías, que Carlyle estuviera fascinado por todos ellos. Tal vez un día podrían explicar lo que denominó el prejuicio humano más antiguo, nuestro favoritismo por el lado derecho.

VIII. CONSCIENCIA

Yo amo y odio, ¿me preguntas cómo puedo hacerlo? Yo sé que puedo, y eso duele, porque yo lo paso.

Catulo

Uno no solamente sabe, sino que sabe que sabe. Otras especies no pueden hacerlo.

Anónimo

¿En qué estás pensando? —Maynard Keynes. En nada, querido —su esposa. Me gustaría poder hacerlo.

M. K.

Incluso los diccionarios tienen diferentes nociones de lo que es la consciencia. El *Oxford English Dictionary* le llama «el estado de estar consciente; totalidad de los pensamientos y sensaciones de una persona». El *Chambers* lo define como: «estado vigil de la mente; conocimiento que la mente tiene de todo: consciencia, pensamiento». Tal vez los diccionarios no sean los mejores árbitros para problemas complejos, tales como la consciencia. A continuación, siguen otros intentos de definición, reflejo de una amplia gama de opiniones. Según ellos, la consciencia es:

- el mundo exterior atravesando la trama interna del cerebro —J. M. R. Delgado
- la más clara y misteriosa característica de nuestras mentes —Daniel C. Dennett
- el conocimiento que el hombre tiene en sí mismo de sus propios pensamientos y acciones —Jonathan Swift

- (la prueba de que) el yo es una relación que le relaciona a sí mismo con su propio yo —Sören Kierkegaard
- un proceso en el que la información acerca de múltiples modalidades individuales de sensación y percepción se combina en una representación multidimensional y unificada del estado del sistema y su ambiente, y se integra con la información acerca de recuerdos y las necesidades del organismo, generando reacciones emocionales y programas de comportamiento a fin de ajustar el organismo a su ambiente —E. R. John
- la percepción de lo que pasa en la mente del hombre —John Locke
- el conocimiento inmediato que tenemos de todas las operaciones presentes en nuestra mente —Thomas Redd
- una no-entidad, y carece de derecho a una plaza entre los primeros principios —William James
- el estado de excitabilidad general del organismo —W. R. Hess
- algo existente en el interior de la cabeza, que determina el comportamiento —Donald Hebb
- la integración experimentada de las partes funcionantes —A. Fessard
- una propiedad innata y natural de la forma de vida humana, que se integra en un cerebro estructurado con precisión —Colwyn Trevarthen
- una parte vital de la vida que desafía a la definición —W. Ritchie Russell
- un fenómeno mareante, ya que ni siquiera está claro que los que utilizan la palabra se refieran siempre a la misma cosa —D. M. Armstrong.

Las dos últimas frases resultan especialmente pertinentes a la luz de todas las demás, pero existen numerosos problemas tras los intentos realizados por definir la consciencia. A lo largo de los siglos, la gente se ha preguntado si los animales la poseen (si la tienen, ¿cuándo han empezado?), si las plantas la poseen (una planta en pleno proceso de fotosíntesis no es ajena a la presencia del Sol), si los bebés humanos la poseen, si la tienen los que están durmiendo o soñando, si los individuos inconscientes o comatosos se encuentran verdaderamente sin consciencia, si constituye una parte intrínseca del cerebro humano o de cualquier cerebro, y si puede mantenerse o incluso

iniciarse en ausencia de percepciones sensitivas externas o internas. Una definición que reúne muchas de estas cuestiones (Chris Evans, en su *Dictionary of the Mind, Brain and Behaviour*) define a la consciencia como:

«darse cuenta de uno mismo como entidad diferenciada, separada de otras personas o cosas existentes en el ambiente propio. Esta percepción está probablemente presente en diverso grado en los animales superiores así como en el hombre, y probablemente sea una función de la complejidad del cerebro viviente y su poder integrador.»

La propia palabra, del latín *conscientia* (equivalente a la palabra griega *syneidesis*), significa «con conocimiento». La primera derivación fue consciencia; siendo más reciente la de conocimiento. Lo más nuevo de esta palabra es el despojo de cualquier connotación moral y de autoconocimiento. Podemos experimentar una sensación de identidad en el conocimiento, incluso un alma y un espíritu, pero científicamente representa en la actualidad la noción de vigilia, alerta y respuesta a un estímulo. Aunque no se trata más que de una palabra, ya no significa lo mismo para el hombre, como para los animales superiores y para los inferiores de la escala. Colwyn Trevarthen, de la Universidad de Edimburgo, definió lo que considera las tres líneas principales de nuestra condición mental, del conocimiento humano:

1. Intencionalidad consciente. El saber por qué y qué se está haciendo.
2. Vigilia consciente. Percepción de la realidad. El saber qué se ve, se oye, se toca, se siente.
3. Participación consciente. Conocimiento de las sensaciones personales, de los demás, y de sus sensaciones.

C. G. Jung escribió: «El desarrollo de la mente es el ensanchamiento de los límites del conocimiento», estableciendo claramente la hipótesis de que el conocimiento varía y la identidad personal cambia paralelamente con éste. El conocimiento

no pertenece sólo al hombre, pero el conocimiento de los animales no puede compararse en absoluto al humano. En los monos y antropoides, por ejemplo, se consideran como un hecho las manifestaciones de su inteligencia algo superior, de su comunicación (mediante señales y sonidos), el reconocimiento de su propia imagen, y otros atributos mentales como (ocasionalmente) la capacidad de mimetizar. Los humanos poseen estas facultades además de un lenguaje gramatical, cultura, creatividad y toda clase de cualidades mentales añadidas. No existen pruebas —por el momento— de que la humanidad sea la única en poseer conocimiento; pero, por recordar a Jung, posee unos límites más amplios y por ello tiene una mente superior. La gran complejidad biológica de su mente se debe a la evolución que sufrió, que aún resulta difícil de explicar. Es una parte y sede del conocimiento, y el conocimiento parece ser una parte y sede de la percepción, y la percepción proviene de un sistema sensitivo que puede registrar el mundo exterior, un sistema detectado por los animales más inferiores. Lo que hace la singularidad de la humanidad reside en otras áreas, por nombrar una, posiblemente la única, su evolución cultural.

«No veo motivo —concluyó Trevarthen— para investigar el mecanismo del conocimiento más que en los procesos organizados de la actividad cerebral.» O, como estableció R. W. Sperry, el conocimiento emergió como la «función cerebral principal y más unificada, que le coloca en el “asiento del conductor”, capaz de subordinar los procesos interneuronales elementales a sus propios estados integrados». El conocimiento es lo que conocemos como auténtico. Es la cosa más importante en todos y cada uno de nosotros. Es nuestra vida misma y curiosamente indefinible; tal como hemos mostrado, de forma bastante contradictoria, gracias a la enorme cantidad de definiciones que ahora decididamente terminamos.

Inconsciencia. Dado todo nuestro conocimiento de nosotros mismos, el hecho de carecer de conocimiento constituye un estado de mejor comprensión que el propio conocimiento. El cuerpo comatoso existe, funcionando a su manera, pero

la mente no, o, mejor dicho, no tiene conocimiento de que lo esté haciendo. Por mencionar de nuevo a Trevarthen y sus tres definiciones, no hay intencionalidad, ni percepción de la realidad, ni conocimiento de las sensaciones. En su lugar, hay inconsciencia. O más bien, hay diferentes formas y niveles.

Un golpe en la cabeza, insuficiente para producir lesiones visibles externamente, puede alterar los nervios de modo que durante segundos, minutos u horas se produzca inconsciencia y amnesia. Se trata de una conmoción (la palabra en latín que significa «sacudir violentamente»), pero nadie sabe lo que está ocurriendo, o qué ha ocurrido, para dejar al cerebro inconsciente de sí mismo e incapaz de recordar hechos, pero capaz de borrar recuerdos pasados. La aceleración y desaceleración del cerebro son unos elementos más eficaces de conmoción que los propios golpes traumáticos. A través del cerebro humano han pasado balas, palancas y varillas sin provocar más que una conmoción leve o ninguna, pero muchos deportes frecuentes, como el boxeo o el rugby y los accidentes de circulación han provocado situaciones de conmoción y amnesia a innumerables personas. El grado de conmoción no constituye una medida del grado de lesión ocasionada.

Médicamente no existe un acuerdo preciso acerca de los nombres a asignar a los grados de inconsciencia, sobre todo debido a que el examen neurológico de los pacientes queda inevitablemente limitado. Se habla de semicoma, de semi-consciencia, estupor, coma e inconsciencia. El coma es el grado más profundo, y se aplica a los pacientes que no muestran respuesta refleja a ningún estímulo. Los comas más profundos equivalen a la muerte (estando ausente incluso el reflejo corneal). El estupor es algo menos intenso, pudiendo obtenerse una respuesta de los pacientes al aplicarles estímulos dolorosos. Pueden emitir algún tipo de sonido y movimientos de evitación al dolor. Existen estadios intermedios, ya que la consciencia no siempre está claramente eliminada o presente, como demuestran las víctimas de una conmoción. Al principio murmuran, luego preguntan dónde están, luego vuelven a preguntar una y otra vez, hasta que finalmente comprenden su situación.

Muy rara vez recuerdan el accidente que les ha llevado a la conmoción, o el momento anterior o posterior a lo mismo.

La mayoría de conmociones no conllevan mayores complicaciones. Al cabo de un tiempo, el cerebro afectado se recupera totalmente de su agresión dejando al paciente sencillamente asombrado de que la consciencia sea una posesión tan delicada y lábil. Si se golpea un ojo no se ciega durante un par de horas, ni fallan los músculos, pero el cerebro puede suspender su consciencia. Un jugador de rugby que haya sido golpeado puede proseguir el juego, incluso meter un gol, ducharse, vestirse e ir a su casa estando totalmente inconsciente. El resto de su persona ha funcionado perfectamente; solamente su consciencia ha desaparecido hasta que decide volver y lo convierte en una persona completa de nuevo.

La parálisis temporal provocada por la conmoción tiende a remitir en forma semejante para todos los pacientes. Por ello resulta posible determinar su profundidad y cuanto tiempo más durará. El primer paso es una recuperación de la simple actividad refleja. Luego siguen movimientos agitados o incoordinados. A continuación se observa una actividad más dirigida que, a pesar de su aparente normalidad, no significa que se haya eliminado la inconsciencia. Después se reinstaura el lenguaje, a menudo distorsionado y espasmódico, seguido al cabo de un tiempo del lenguaje correcto, aunque no de todo el funcionalismo propio del cerebro, ya que aún existe un grado de amnesia; al final se reinstaura la orientación correcta, el comportamiento y la comprensión general, siendo lo último en recuperarse la capacidad de raciocinio.

Cualquiera puede tener que contar la historia de alguna conmoción, y yo mismo he podido recientemente observar muy bien estos seis estadios. Mi hijo se cayó de su tabla de patín, y cuando lo llevamos al hospital estaba casi inmóvil y con la mandíbula colgando. Allí estaba, inmóvil. Cuando comenzó a moverse le hablé, pero no obtuve respuesta alguna. Luego dijo alguna cosa, pero carente de sentido. Cuando articuló una frase, preguntando claramente dónde se encontraba, me emocioné pensando que ya se había recuperado. Sólo cuando pre-

guntó de nuevo, una y otra vez, cinco minutos más tarde, me di cuenta de que mi respuesta cada vez idéntica caía en saco roto. Aproximadamente unos 90 minutos después de la primera pregunta, y después de haberle dicho veinte veces que se había caído en el parque, y que lo habíamos llevado al hospital, me oyó verdaderamente y comprendió. «¡Qué tonto!» decía cada vez, y lo decía entonces con el mismo convencimiento que ahora cuando se acuerda de lo que yo le decía y lo que él me contestó. Había estado inconsciente durante seis horas, y nunca ha recordado los hechos de aquel día antes del accidente, o las horas transcurridas en el hospital.

Por mi parte, y para terminar esta personalización de vivencias conmocionales, hace poco tuve la ocasión de experimentar una estadística de tráfico. Sufrimos un choque en una autopista, y yo que iba en el asiento trasero recibí el golpe más fuerte del coche de detrás. No sé nada sobre actividad sin sentido ni con sentido, pero fui consciente de la recuperación del pensamiento deliberado. Con un sentimiento de satisfacción, junté dos observaciones. Había trozos de vidrio en mi regazo, y faltaba vidrio en la ventanilla del coche. «Hemos tenido un accidente», fue mi informe, una afirmación tediosa para los policías reunidos, personal de ambulancia, mirones y paseantes que se habían congregado. Peor aún, me acordaba del conductor, un amigo de los años de estudiante, pero no podía acordarme en absoluto del nombre de la señora que estaba a mi lado. Ante sus asombrados ojos, le dije. «Sé que eres más importante que él, pero no puedo recordar quién eres.» Unos quince minutos más tarde, con una nueva sensación triunfal, me acordé, pero los treinta minutos transcurridos antes del accidente no volvieron jamás. Tanto los observadores como el observado contemplan la conmoción como un asombroso sobresalto de la normalidad. Invariablemente no perjudica, pero deja más embrollados todavía los aspectos más misteriosos de los estados de consciencia, el saber lo que es y en qué se convierte, cuando otro coche llega a gran velocidad.

El coma nunca puede considerarse tan a la ligera. Un informe reciente analizó los resultados obtenidos en 500 pacientes

(de los hospitales de Newcastle-upon-Tyne, Nueva York y San Francisco) ingresados con coma no traumático (no asociados a heridas o lesiones). En todos los pacientes se exploró «la respuesta verbal, movimientos de los ojos, respuesta oculocefálica (ojo de muñeca) y oculovestibular (calórica), reflejo corneal, reflejos motores de las extremidades, reflejos tendinosos profundos, tono muscular y tono respiratorio». En otras palabras, se investigó la profundidad del coma, la ausencia de reflejos y los posibles trastornos del cerebro anterior y del tallo cerebral. Los resultados se clasificaron en irrecuperable, estado vegetativo, incapacidad grave, incapacidad moderada y buena recuperación.

Cuanto peores son las respuestas, peor es el pronóstico. Por ejemplo, de los 253 pacientes ingresados sin movimientos oculares espontáneos, sólo se recuperaron 21. De los 162 sin respuesta motora (muscular), sólo lo hicieron 10, y de los 144 sin reflejo corneal, sólo se recuperaron 6. Los pacientes comatosos pueden parecer todos muertos por un igual al resto del mundo, pero presentan diversos grados de capacidad, que seguramente son los que deciden el resultado final probable, no tanto como individuos sino como el grupo al que pertenecen. Una ausencia de reflejo corneal significa un 4 % de posible recuperación. Los parientes no suelen tener la capacidad de apreciar porcentajes, estando seguros de que sus seres queridos se recuperarán, al igual que los que apuestan invariablemente por caballos que corren a veces con las apuestas en veinticinco a uno.

En contraste con estas reducidas tasas de recuperación están los pacientes que emiten algún sonido en el momento de su ingreso (se recuperan 23 de 57), o que tienen una buena movilidad ocular como respuesta a movimientos de cabeza (59 recuperaciones sobre 277). El tiempo también resultó importante. De los que recuperaron por completo la respuesta ocular y muscular en el espacio de tres días, más de la mitad fueron dados de alta con una buena recuperación o una incapacidad sólo moderada. Por el contrario, si los pacientes no habían recuperado su capacidad cognitiva (pensamiento) al cabo de una

semana, no se recuperó ninguno totalmente, y sólo el 5 % alcanzó un determinado grado de independencia. Un problema —para los médicos y familiares— es que porcentajes exactos no dictan pautas exactas. Solamente un 57 % de los que siguen en estado vegetativo o en coma al final de la semana no mejoran nunca; por ello, el 43 % sí mejoraron en algún grado. Todos los pacientes están presumiblemente dentro de este 43 % más que dentro del 57 %. Las decisiones se hacen más fáciles a medida que va avanzando el tiempo. De los que componen el 25 % que se encuentran aún en estado vegetativo al cabo de un mes «ni uno solo respondió a las órdenes ni recuperó nunca grado alguno de independencia». Nadie apuesta por un caballo que tiene las apuestas veinticinco a ninguna. Simplemente es que no está en la carrera.

No obstante, estos pacientes no están aún muertos. El primer mes de coma profundo es el tiempo de mayor probabilidad de infecciones y el más conveniente para descargar a los médicos y familiares de tomar decisiones terribles concernientes a la prolongación de la vida. Transcurrido este mes, con el paciente que sigue yaciendo, libre de infección y aún vivo, los médicos se encuentran comprensiblemente dispuestos a olvidar a Hipócrates y suspender la administración de cuidados. Los familiares, que nunca se habían enfrentado con la opción de retrasar o alentar a la muerte, se encuentran también sobrepasados. Sus seres queridos están sin mirada, sin pensamiento, y desesperadamente en coma. ¿Qué pueden hacer o recomendar? (Estos problemas y sus soluciones se exponen en el capítulo sobre la muerte cerebral, donde se desarrollan más extensamente.)

Las generalizaciones y porcentajes pueden hacer olvidar que quienes están implicados son personas. Para restaurar el equilibrio y demostrar que existen nuevas técnicas, y con ellas, nuevas esperanzas, puede ayudar la particular historia de Darren Marcz. A la edad de dieciocho meses cayó en la piscina de sus padres, en Long Beach, California. Al llegar al hospital, se le dio por «clínicamente muerto», en ausencia de respiración, sin latido cardíaco y a una temperatura de 27 °C. Lo colocaron

en un respirador, pero se le preparó inmediatamente para «resucitación cerebral». Ello implica la inserción de un pequeño aparato que atraviesa la bóveda craneana a fin de monitorizar la presión intracraneal. (Una anoxia provoca la elevación peligrosa de presión craneal.) Entonces se sometió al niño a medicación en un estado más frío y comatoso durante tres días y medio, dándole tiempo al cerebro a recuperarse y rebajando notablemente su demanda de oxígeno. Luego se le calentó durante dieciocho horas, y una semana más tarde asistió a una conferencia de prensa convocada en su honor. Aún no podía caminar, pero aprendía rápidamente y mejoraba cada día. Normalmente, sólo un 5 % de presuntos ahogados salen bien de su inconsciencia, pero las técnicas de resucitación cerebral han duplicado la cifra. Darren Marcz resultó ser una unidad de este 10 %.

Un punto final estriba en que nosotros, como sociedad, estamos confusos acerca de la gravedad de una conmoción. Golpeamos nuestra cabeza en un choque tremendo contra una triste viga, «vemos las estrellas», nos damos cuenta de que hemos atentado contra nuestra más preciada posesión, y no nos molestamos en ir a consultar al médico. Podemos incluso golpearnos nosotros mismos, y retirarnos de circulación por unos segundos o minutos, pero consideramos que todo el peligro ya ha pasado en cuanto volvemos a la consciencia.

Los neurólogos dicen que la inconsciencia jamás debe considerarse como insignificante; pueden formarse coágulos de sangre, que den como resultado un edema, por lo que cualquier cambio de conducta después de un accidente debe considerarse como sospechoso. No obstante, parece que seamos extraordinariamente elásticos en lo que respecta a las lesiones de nuestra cabeza. Por cada 5 pacientes ingresados en un centro con una lesión craneal (en el Hospital para accidentados de Birmingham) 4 fueron dados de alta y enviados a casa. De las 1.000 lesiones craneales ingresadas en un año, solamente unos 70 casos permanecieron más de 24 horas en el hospital, y menos de 20 estuvieron durante una semana. Nuestro cerebro puede ser el órgano más sensible del cuerpo, pero frecuentemente dañamos nuestra cabeza (que lo constituye aproximadamente una cuar-

ta parte de intervenciones quirúrgicas de urgencia en un hospital medio), y en cambio, lesionamos rara vez su contenido. Podemos sobrevivir a una fractura de cráneo, generalmente sin lesiones detectables en el propio cerebro, por lo que debemos admitir de nuevo que la piamadre y la duramadre que envuelven el sistema nervioso central son admirables. También debemos admirar la inconsciencia. Nadie sabe qué es lo que ocurre, salvo que proporciona a nuestro cerebro el reposo que necesita tras la penetración de un instrumento cortante o contuso a suficiente velocidad.

Sueño. Si la inconsciencia y el coma constituyen acertijos, y provocan más preguntas que respuestas, el sueño es otro elemento igual. De esta forma de relajación, tanto del cuerpo como de la mente, puede esperarse que proporcione información útil acerca de ambos, así como recuperación y regeneración y todo lo que ocurre en un sistema orgánico que regularmente, necesariamente, curiosamente y por bastante tiempo detiene una parte de sí mismo. En ese momento, ya no está vigil, dispuesto al ataque o a la retirada. No está descansando, está dormido. Los pensamientos que pueden estar atravesando su mente no están inspirados en hechos de su ambiente inmediato; son, si los sueños del hombre no son excepcionales, un amasijo de acontecimientos pasados, ansiedades profundas, deseos y eventos irracionales.

Vayamos a algunos hechos. El sueño parece existir en todos los seres de sangre caliente, con abundantes muestras de que la mayoría de ellos presentan los dos tipos de sueño, conocidos como ortodoxo y paradójico, como normal y activo, sin sueños y con sueños. El segundo tipo, correspondiente a la fase de movimientos oculares rápidos (REM, *rapid-eye-movement*) se considera en la actualidad como una parte crucial de todos los sueños, pero no fue reconocido así hasta 1953. Los tiempos de sueño varían. El perezoso se desconecta durante veinte horas al día; los conejos, cerdos, el oso hormiguero, cobayos y el hombre duermen unas ocho horas; y las vacas, elefantes, asnos, ovejas y caballos se arreglan con dos o

tres horas. Resulta más difícil saber si los animales de sangre fría, frecuentemente tan letárgicos, están durmiendo, pero algunos reptiles presentan diferentes modelos de ondas cerebrales cuando están aparentemente dormidos, todos los anfibios muestran una inmovilidad cercana al sueño, algunos peces parecen estar dormidos (incluso los peces escaros se envuelven en una capa cenagosa por la noche), y todos los insectos tienen por lo menos un período de inactividad durante el día. El sueño no es de ningún modo un atributo únicamente humano, una consecuencia de sus dilatados hemisferios, de su actividad cerebral.

Hasta donde la inteligencia animal puede analizarse (¿quién puede decir si el pez escaro es más inteligente que el asno, o simplemente inteligente?) no puede establecerse un paralelismo entre la capacidad mental y los requerimientos de sueño. Existe una relación comprensible entre las especies depredadas, con gran temor a la falta de atención, y el sueño breve. A una jirafa le toma diez segundos ponerse en pie después de despertarse, y esta especie duerme solamente dos horas por noche, pero duerme de verdad durante esas dos horas. Las ventajas, sean cuales sean, deben contrapesar claramente las desventajas peligrosas. El delfín indio ciego, siempre expuesto al riesgo en las rápidas corrientes en las que habita, duerme en ráfagas de noventa segundos, reduciendo así al mínimo el riesgo de chocar con rocas aguzadas, pero subrayando también la necesidad de sueño. El delfín de nariz en forma de botella, cuyo lenguaje, y secretos, son todavía (casi por completo) como un libro cerrado, duerme sólo con un hemisferio inhibido. El Instituto Severtsov de Moscú descubrió también que mantiene un ojo abierto, y el otro está cerrado durante esta actividad de cerebro escindido. Normalmente, los dos hemisferios del delfín funcionan en perfecto acuerdo. Este arreglo unilateral, que permite que uno vele mientras el otro duerme, presenta tales beneficios que uno se asombra de que este sistema no haya evolucionado en otras especies. Tal vez lo ha hecho, y ha habido pocos investigadores que hayan observado ambos lados del animal que están estudiando.

El sueño REM, llamado originalmente sueño paradójico, se denomina ahora comúnmente sueño activo, ya que resulta activo y seguramente menos paradójico que el normal. Durante el sueño activo, las ondas cerebrales son más semejantes a las de la vigilia que las del sueño ordinario. La frecuencia cardíaca y la respiración son más irregulares, aumenta el riego sanguíneo cerebral, y se observa un incremento del riego sanguíneo en la zona genital en ambos sexos, que provoca erecciones en el hombre, pero sin correlación con sueños eróticos. Los humanos tienen períodos de sueño activo más prolongados más adelante en la noche, pero el intervalo de noventa minutos entre estos accesos se mantiene (casi) constante. Cuanto más pesado es el animal, hombre incluido, mayor es el intervalo existente entre períodos de sueño activo. Este hecho, tan raro al parecer, de establecer una relación entre el tamaño del cuerpo y la actividad cerebral, puede contribuir a explicar el sueño activo. Tal vez sufrió una evolución para cubrir las necesidades de los animales de sangre caliente; cuanto mayor es el cuerpo, más lenta es la velocidad de enfriamiento, y por ello, es menos inmediata la necesidad de elevar la temperatura.

Hasta el momento, no existe ninguna teoría que haya sido aceptada en general. Tal vez la existencia de sueño activo está ligada al control de la temperatura. O a algún tipo de recuperación que no resulta posible durante el sueño normal. O tal vez haya alguna ventaja en la existencia de un sueño más ligero a intervalos regulares, lo que proporcionaría una mayor vigilancia del ambiente externo (temperatura, depredadores, cambios de cualquier tipo) y del interno (repleción vesical, hambre, sed). O tal vez el sueño normal puede haber evolucionado después del sueño activo, que contrariamente es más profundo, y podría llenar el espacio vacío con brotes de sueño más ligero vigilante del ambiente externo. Todas estas teorías cuestionan el hecho de que el sueño en sí mismo, ya sea activo o inactivo, sea comprendido. Pero en este caso, los pocos hechos disponibles no ayudan demasiado.

Por ejemplo, la hormona del crecimiento (de la hipófisis)

comienza a liberarse en cantidades considerables en cuanto ha empezado el sueño humano. ¿Tal vez el sueño está pensado para el crecimiento? En contra de esta teoría está el hecho de que la mayoría de mamíferos no liberan hormona de crecimiento de esta forma. Por consiguiente, la hormona puede estar relacionada con la inhibición del sueño, el ayuno que rompemos al despertar y la necesidad de conservar las proteínas. La división normal de las células tiene lugar durante el sueño medio, pero esto ocurre en las pocas horas, tanto si dormimos o no, y no tiene nada que ver con la liberación de la hormona de crecimiento. La idea de que el sueño es un tiempo dedicado a la reparación del organismo quedó anulada por la oxidación de los aminoácidos y la síntesis de proteínas, que se reducen ambos por la noche. Si procediera a una labor de restauración, las dos deberían incrementarse. El hombre y los animales indudablemente necesitan dormir. No pueden ser privados de ello para siempre, si no todo lo más unos pocos días. Por ello, la privación de sueño debería de mostrar, en teoría, dónde, cuándo y cómo sufre el cuerpo.

Por desgracia, la práctica resulta diferente. Menos de un centenar de personas han conseguido pasar ocho días sin dormir bajo observación científica, y solamente una persona lo logró durante once días. Los individuos se mostraban cansados (comprensiblemente), irritables y desconfiados (no es para menos), desorientados en el tiempo e incapaces de hablar sin arrastrar las palabras. Se observó cierto grado de temblor de manos y ojos, un aumento de la sensibilidad dérmica y problemas ocasionales de visión. Intelectualmente, los individuos mostraron dificultad de concentración, especialmente si la tarea a realizar era aburrida, pero mostraron un rendimiento normal jugando a ajedrez y en las pruebas de CI. Los registros del EEG se mantuvieron estándar, a excepción de algunos pacientes que tenían historia de epilepsia. De modo muy notable, no se observaron signos de trastorno mental en ninguno de los individuos privados de sueño, ni durante ni después de la experiencia. Aquellos de nosotros que hemos estado, no ocho días, sino una noche o dos sin dormir nos sentimos o nos comporta-

mos como *zombies*, pero a la aguda luz de la exploración científica, parecemos notablemente inalterados.

Internamente, las alteraciones detectables son también discretas. Los corticoides, que normalmente se incrementan con el estrés, se mantienen a niveles normales. La presión arterial no se eleva demasiado, ni tampoco lo hace la frecuencia cardíaca (que más bien se redujo en cinco individuos, se elevó en tres y se mantuvo normal en los restantes nueve, en un estudio efectuado en diecisiete insomnes-voluntarios). La excreción urinaria de nitrógeno, una guía del metabolismo proteico, no se modificó. En todo aquello que puede determinarse sobre la recuperación del organismo —la medición directa es imposible— no se han observado efectos patológicos. Igualmente, la capacidad de realizar una tarea no se modifica por una prolongada privación de sueño. En resumen, aún no se han descubierto los cambios físicos y mentales que se podían esperar. Una tercera parte de nuestras vidas se consume durmiendo (cinco sextas partes en el caso de los perezosos), y todos los investigadores del sueño acaban por dormirse ellos mismos al final; pero, en cuanto al cuerpo y a la mente, no mostramos más necesidad que el hecho innegable, evidente, completamente mensurable, de que todos nosotros vamos a dormir, a lo largo de nuestra vida, si no todos los días, sí con una gran frecuencia. Los que han sido largamente privados de sueño, cuando se ha terminado la experiencia, duermen por un espacio más prolongado, como si fueran a recuperar algo; pero los que fueron privados de sueño durante ocho noches seguidas (sesenta y cuatro horas), no durmieron más de dieciséis horas seguidas, y en el espacio de un día o dos, volvieron a la normalidad.

En algunos países se ha afirmado que algunas personas no necesitan dormir en absoluto. Una tal señora Palomino, de España, parece ser que se dislocó la mandíbula de tanto bostezar, y curiosamente ya no ha vuelto a dormir nunca más. Algunos individuos que duermen por espacios muy breves de tiempo han sido investigados científicamente dando como promedio sesenta y siete minutos por noche durante una se-

mana, y algunos otros con promedios de dos o tres horas por venticuatro, y se supone que las diversas señoras Palomino deben dormir un poquito. Frecuentemente, las personas corrientes se quejan equivocadamente de haber pasado una noche en blanco, pero es solamente porque se lo parece. Además, la sociedad ejerce su presión sobre todos nosotros para que durmamos. Lo hace cuando somos niños, con las canciones de cuna, los balanceos y los soporíferos paseos en cochecito que nos obligan a dormir en contra de nuestra voluntad infantil. La presión se mantiene cuando somos adultos. Un arquitecto, Buckminster Fuller, se entrenó para dormir sólo cuatro horas cada día, pero lo dejó correr cuando se dio cuenta de que no podía hacer llamadas telefónicas o contactar con la gente en su nuevo horario laboral, de modo que dio el experimento por acabado.

Las afecciones relacionadas con el sueño no contribuyen a comprender esta necesidad fisiológica básica y cíclica. La narcolepsia, descrita por primera vez por Gelineau en 1880, consiste en una urgente necesidad de dormir, inicialmente en lugares fáciles (oficina, autobús, teatros), pero luego más asombrosamente (a la hora de comer, entre dos bocados, estando de pie). Lógicamente debe haber una causa, posiblemente relacionada con los mecanismos de alerta que nos despiertan, pero no se observa una enfermedad estructural. Cuando la narcolepsia es avanzada, puede aparecer también cataplexia, en la que un desencadenante emocional provoca la aparición de una debilidad súbita. La debilidad puede ser parcial (caída de la cabeza o de la mandíbula) o total (caída al suelo), pero nunca se observa inconsciencia. Los pacientes narcolépticos y catapléticos duermen de diferente forma por la noche: caen directamente en una fase de sueño activo, en lugar de un sueño profundo como en gente normal que luego pasa a sueño activo. (La catalepsia es algo diferente, ya que es una forma repentina de inconsciencia sin ninguna relación con la cataplexia.)

Tal vez el sueño está ideado solamente para la conservación de la energía, como si fuera una semihibernación diaria en lugar de anual, una retirada inmóvil de la vida. No se trata

de inconsciencia, ya que el individuo puede despertarse rápidamente. No se trata de un tiempo de restauración corporal, ya que el simple reposo es mejor a este objeto. No es, como se solía decir, una ocasión destinada principalmente para soñar, siendo este ejercicio mental un requisito de un cerebro activo y saludable. (Esta teoría, escribió un autor, está en la actualidad fuera de lugar, pero no está muerta del todo.) No obstante, el sueño es todavía una necesidad vital. Ninguna persona normal ha resistido sin dormir más de once días, que es menos tiempo del que se necesita para morir de sed, en condiciones benignas, y mucho menos que el tiempo necesario para morir de inanición.

Lo más importante de todo, es que tal vez no guarda mayor relación con el sistema nervioso que con cualquier otro sistema. Si el sueño es un elemento para la conservación de la energía, una desconexión lo más amplia posible, el corazón y los pulmones deben continuar todavía en marcha, pero no todos los órganos necesitan hacerlo. El cerebro es un órgano con grandes exigencias de oxígeno y consumidor de energía, y se mantiene igual incluso durante el sueño. Sin embargo, cuando cierra la persiana, rebaja el nivel de otros órganos y reduce sus necesidades. Según esta hipótesis, el sueño no es un sacrificio del organismo para bien del cerebro, sino que es el sacrificio del cerebro por el bien del organismo.

Sueños. Al cabo de cincuenta y cuatro años de que Sigmund Freud alcanzara la fama, muy pocos ingresos, un notable ridículo y la inmortalidad (hasta ahora), escribiendo *La Interpretación de los Sueños*, Nathaniel Kleitman publicó su asombroso artículo sobre el sueño con sueños. Este sueño activo, ya mencionado, es la materia de la que están hechos los sueños. Los globos oculares se mueven (en la mayoría de personas), los patrones de ondas cambian (en todas las personas), el sueño es más profundo (pero el despertar es más probable después del sueño activo), y las personas que son repentinamente despertadas en este momento pueden recordar en general sus sueños. No obstante, no puede llamarse sueño con

sueños, ya que implica que los sueños sean su objetivo o un ingrediente necesario. La teoría de que los sueños son una mente que se ordena a sí misma, que lleva por delante todas las sensaciones del día, escudriñando a través de la experiencia y arrojando recuerdos indeseados tiene su contradicción por el hecho de que los niños presentan sueño activo (en un 30 % del total) con mayor frecuencia que los adultos (20 %), los bebés lo presentan (40 %) más que los niños, y los niños prematuros (50 %) más frecuentemente que los niños normales. Se supone que el feto, demasiado joven aún para el nacimiento, presenta probablemente sueño activo durante un 60 % de su tiempo total de sueño, e incluso en una mayor proporción. Tal vez todo el sueño fetal precoz, en cuanto el cerebro sea capaz, sea del tipo activo. Y si es así, es otra indicación de que el sueño activo constituye la forma arquetípica, la primera en evolucionar, la forma ortodoxa y no la paradójica.

Los voluntarios que se prestan a dormir y a los que se les priva repetidamente del sueño activo, demuestran que éste forma parte necesaria del ciclo de los sueños. Si se les despierta en el momento en que muestran signos de entrar en sueño activo, caen pronto dormidos otra vez, pero en el tipo tranquilo, inactivo. No obstante, a medida que aumenta el número de noches experimentales, los voluntarios despertados caen en sueño activo cada vez con mayor frecuencia, por lo que deben ser despertados también cada vez más a menudo. En la primera noche correspondiente a una prueba, se les despertó cinco veces, pero en la quinta noche, el número de veces que se les despertó se escalonaba de veinte a treinta. Cuando se les permitió dormir normalmente de nuevo, durmieron por término medio un tiempo doble del correspondiente al estado activo, es decir, un 40 % de su sueño total frente al 20 % normal. Puesto que el sueño activo y los sueños están asociados, resulta tentador afirmar que los sueños son una característica necesaria del sueño activo, y que los voluntarios parecieron demostrarlo soñando más después de haber sido privados del tiempo de sueños. Resulta más riguroso decir que el sueño activo es un componente necesario

del sueño total. De alguna manera, ambos tipos de sueño cumplen una necesidad fisiológica.

Aunque exista una asociación entre el sueño activo y los sueños, el hombre sueña en cualquier momento de la noche. (En otro contexto, Bernard Shaw escribió: «En primavera, la fantasía de un joven vuela fácilmente hacia pensamientos de amor. También ocurre en otoño.») También existen los sueños diurnos, en los que el soñador no está tan dormido como inconsciente. Y existen sueños lúcidos, en los que el soñador hasta cierto punto puede controlar la acción. Ésta es también una zona entre dos luces, en la que el soñador está claramente dormido, pero según uno de los investigadores «puede mantener una conciencia crítica e incluso proporcionar información al mundo real». El Dr. Keith Hearne añadió:

«Las diferencias entre los informes del individuo y las respuestas en el sueño lúcido y en la vigilia podrían proporcionar una visión significativa acerca de las bases fisiológicas de estos procesos y de las funciones del sueño REM... los sueños lúcidos podrían incluso proporcionar un indicio de la actividad fisiológica conectada con la consciencia.»

Muchos estarían más que satisfechos si pudieran proporcionar un indicio siquiera sobre el motivo del sueño, o de la naturaleza de los sueños. Estuvo muy bien que Freud interpretara los sueños en 1899. Al cabo de casi un siglo más tarde, las preguntas son mucho más fundamentales: ¿por qué dormimos?, y como corolario a esta pregunta, ¿por qué soñamos?

Hipnosis. La palabra no fue acuñada hasta mediados del siglo pasado, por James Braid, un médico de Manchester, quien pronto se arrepintió de haber denominado el estado mental de hipnosis según la palabra griega correspondiente a sueño. No es el sueño, pero los esfuerzos realizados por él mismo y otros autores no han conseguido erradicar la palabra: aún sigue estando ahí. Hipócrates ya conoció este estado, y comentó que era «lo que el espíritu ve muy bien con ojos ce-

rrados». En el siglo XVIII, Franz Mesmer consiguió la fama con este fenómeno, lo llamó mesmerismo, pensó que implicaba la acción del magnetismo, e incurrió en las iras de Luis XVI de Francia, que no curó muchas personas con su toque real. Tras haber sido condenado como charlatán, el doctor Mesmer se retiró a Suiza, pero su antorcha fue recogida por otros, principalmente por John Elliotson, uno de los fundadores del University College de Londres, introductor del estetoscopio en Inglaterra, médico cumbre en su época, y después víctima de numerosos ataques por haber favorecido al mesmerismo. *The Lancet* escribió al respecto «trata la prostitución a la que osa llamar ciencia» quejándose cuando se enteraron que estaba dispuesto a pronunciar una conferencia sobre el tema en el año 1846. En esa misma década, Braid acuñó el término, pero se le negaron todas las oportunidades para mostrar la hipnosis bajo cualquier nombre ante la Sociedad Británica de Medicina.

Hasta los primeros años de la posguerra (2.^a mundial) no comenzó a resquebrajarse el escudo de la sociedad médica. La Sociedad Británica de Hipnotizadores Médicos se fundó en 1948. Un año más tarde se fundó una sociedad americana equivalente. El hipnotismo como espectáculo, que siempre había sido una espina en la tarea de los hipnotizadores, fue prohibido en Inglaterra en 1952. Y tanto la sociedad médica inglesa como la americana reconocieron oficialmente al hipnotismo en la década de 1950. Lo que el espíritu ve con los ojos cerrados había finalmente llegado.

Igual que el estado hipnótico no es el sueño, no es tampoco la inconsciencia. En su lugar es un poco de cada cosa. El reflejo rotuliano, aún presente en la mayoría de conmociones, está ausente durante el sueño, pero se encuentra presente en el estado hipnótico. Las ondas del EEG durante la hipnosis son semejantes a las de la vigilia, pero no a los patrones de sueño. El latido cardíaco y la frecuencia respiratoria son semejantes a los de estado de vigilia. La idea del sueño se originó cuando se comprendió, contrariamente a las primeras creencias de Mesmer, que un paciente no tenía necesidad de sufrir convulsiones para entrar en trance. Un muchacho campesino cerró

sus ojos delante de un discípulo de Mesmer y se «puso a dormir». No obstante, no se trataba de un sueño normal, ya que los dos estuvieron hablando y discurrieron de forma más inteligente que cuando estaba despierto. El chico había entrado, por utilizar una definición moderna, en «el estado peculiar psíquico en el que la mente está particularmente dispuesta a la sugestión».

En general, es necesario que un operador o hipnotizador induzca este estado, pero también resulta posible la autohipnosis. No todos los hipnotizadores pueden hipnotizar a todo el mundo; ni mucho menos. Una afirmación utilizada frecuentemente dice «todo el mundo puede ser hipnotizado por alguien, y todos pueden hipnotizar a alguien». Los individuos sanos y normales son los mejores sujetos. Las personas nerviosas y ansiosas resultan las más difíciles, pero los resultados pueden mejorarse (hacer a los individuos más sensibles) mediante un entrenamiento. Sigmund Freud se inició en el hipnotismo, pero no logró ser un buen hipnotizador, ni quería reconocer su fracaso. «Cuando descubrí que a pesar de todos mis esfuerzos no podía hipnotizar de ninguna forma a todos mis pacientes, opté por abandonar el hipnotismo.» El hipnotismo perdió y el psicoanálisis ganó la partida.

Así pues, ¿qué es este estado de hipnosis semejante al trance, que no es ni sueño ni inconsciencia? Una de las teorías establece que se trata de una concentración de la mente, una forma de atención mucho más intensa que la que se puede alcanzar en el estado normal de vigilia. Una mente normal, pretende esta teoría (y la mayoría de nosotros estamos de acuerdo), es una mezcla de pensamientos, de entonces y de ahora, de hechos pasados, de posibilidades futuras, de acontecimientos actuales. Cualquier sugestión efectuada por un amigo, por ejemplo, debe competir con la contra-sugerencia de la propia mente, con el estado de ánimo actual, con otros pensamientos y eventos entremezclados en el recuerdo. Ocurren tantas cosas, que la concentración siempre resulta difícil. De ahí arranca la teoría de que en la hipnosis ocurren menos cosas: se ha logrado una separación, por lo que el paciente pue-

de de este modo oír lo que nunca ha oído antes. Sea lo que sea, el estado hipnótico es todavía otra forma de consciencia. Constituye también otro desafío, que, cuando sea resuelto, constituirá una pieza más del rompecabezas de la mente.

Convulsiones. Uno de cada quince niños experimenta convulsiones durante los siete primeros años de su vida, y uno de cada doscientos adultos también. Suelen acompañarse de una caída, y se calificaba como una posesión diabólica. Los que las sufren, tienen el doble de accidentes de circulación que los individuos normales libres de esta enfermedad, a pesar de las restricciones para la obtención del carnet de conducir. Igual que prácticamente todas las enfermedades, o eso parece a veces, la enfermedad ya era conocida en tiempos de Hipócrates, que la denominó la enfermedad sagrada. Se dice que unos sesenta mil escolares británicos la padecen, y otra vez encontramos la apariencia de un estigma, como si fuera vergonzante o indecente. Puede ser desencadenada por casi cualquier causa, siendo una de las más recientes los luminosos destellos de los juegos tipo Invasores del Espacio. Los médicos que no desean utilizar su antiguo pero emocional nombre pueden llamarla disritmia cerebral, pero sigue llamándose epilepsia.

La afección consiste en un trastorno episódico o paroxístico de la función cerebral. Dicho de una forma menos clásica, se trata de un cerebro que se ha enloquecido, en el que hay desorden donde había orden, un fogonazo de neuronas que se escapa de la mano. Está incluida en este capítulo, porque la inconsciencia aunque pasajera, es casi siempre uno de sus efectos. También se observan muchos otros. La presión intracraneal se incrementa en tres o cuatro veces, y puede mantenerse durante unos veinte minutos tras la crisis convulsiva. Este incremento se debe a la demanda de oxígeno extraordinariamente elevada por parte de las neuronas excitadas y en plena descarga. Así pues, el riego sanguíneo aumenta, y la presión resultante puede llegar a obstruir el reflujo venoso. Éste, a su vez, puede conducir a una disminución en el aporte arterial, a un incremento en la deficiencia de oxígeno, a un exceso

de dióxido de carbono, a la acumulación de ácido láctico y eventualmente al edema cerebral. Un edema de este tipo, si es lo suficientemente importante, puede conducir a lesiones irreversibles de las células cerebrales. Resumiendo, la epilepsia es mal acogida.

No obstante, aunque pueden provocar la muerte o una incapacidad grave, estas formas tan severas son raras. Gracias a los actuales tratamientos, la epilepsia puede controlarse en un 75 % de pacientes. Al principio, el médico debe enterarse casi siempre a través de un testigo o de la propia víctima de cómo ha sido la crisis, pero no suele presentar dificultad el saber que se ha producido una crisis. Desde el punto de vista del epiléptico, la descripción puede ser a la vez bastante vaga y clara: «Iba caminando por ahí, pero no pude hacer nada por volverme a mí mismo al mundo real...» Desde el punto de vista del testigo, el epiléptico suele caer, se convulsiona y ofrece un cuadro extraordinariamente turbador a los que nunca hayan visto antes un ataque cerebral.

Existen diversos tipos de crisis epilépticas. La más frecuente es el ataque mayor o *gran mal*. La consciencia se pierde casi instantáneamente, y el paciente (a menudo) grita y (siempre) cae al suelo. Los miembros están rígidos, con los brazos doblados y las piernas estiradas. A continuación se relajan para ponerse rígidos de nuevo, con intervalos de mayor duración progresiva entre las contracciones. La respiración se detiene al principio y los pulmones se vacían. Cuando se terminan las contracciones, la respiración se reinstaura de nuevo de forma estertorosa hasta que también se relaja. Durante una convulsión, el paciente puede morderse la lengua, vaciar su vejiga o incluso herirse al caer. La inconsciencia dura más o menos quince minutos y al volver en sí, el paciente puede sufrir cefalea, vomitar e incluso quedarse dormido. Mucho después, puede experimentar dolor muscular, lo que es comprensible dado el esfuerzo y la gravedad de las contracciones.

Un segundo tipo es el *pequeño mal*. El nombre implica que es menos grave, pero no constituye una forma menor del *gran mal*. En cambio es bastante específico, tiene lugar casi siempre

en la infancia, se acompaña de una pérdida brusca de consciencia, como en el *gran mal*, pero sin caer. La mayor característica del diagnóstico sólo puede ser detectada por el EEG, consistente en una actividad de onda y punta de tres por segundo, bastante diferenciada de todas las otras formaciones de ondas producidas por el cerebro, tanto si el individuo está dormido, despierto, activo, en reposo o agitado. La inconsciencia del *pequeño mal* es muy breve, de unos escasos segundos. La pérdida de consciencia puede incluso terminar sin que el adulto/niño sepa qué ha ocurrido. Detiene su actividad, sea la que sea, y luego la reanuda. La crisis es a menudo más conspicua para los demás, ya que se observa una vacuidad repentina de expresión, llamada a veces «ausencia».

Un tercer tipo de epilepsia lo constituyen las crisis Jacksonianas. En lugar de una convulsión total como en el *gran mal*, o una inconsciencia pasajera como en el *pequeño mal*, se registra una expansión del efecto. El temblor aparece inicialmente en un lado del cuerpo, en la comisura de la boca, en el dedo gordo del pie, en el pulgar, y a partir de ahí se va extendiendo. En ocasiones, la extensión coincide con zonas vecinas de la corteza cerebral como si, que es lo que seguramente ocurre, la convulsión se desplazara a través del cerebro. Los diversos músculos se contraen y agitan cuando el espasmo alcanza sus principales centros de control.

El efecto se termina por sí solo; o puede acabar en una tremenda convulsión acompañada inmediatamente por inconsciencia.

A pesar de su antigüedad y el carácter sagrado de esta enfermedad, no se conocen ni la naturaleza de la afección ni sus causas desencadenantes. Las crisis pueden producirse después de muchas de las vicisitudes corrientes de la vida cotidiana de los pacientes, como un susto, preocupaciones, un exceso de trabajo, hiperventilación respiratoria, el despertar o encontrarse en la fase premenstrual. (El caso más extraño ocurrido en los últimos años sucedió en Wisconsin, cuando un hombre de treinta y cinco años resultó ser un epiléptico musicogénico. La *Obertura de 1812* y el rock and roll más estridente no

le afectaban en absoluto, pero los suaves acordes de «Stardust» [Polvo de Estrellas] o «Abide with Me» [Quédate conmigo] le provocaban convulsiones, fijeza de mirada y, en ocasiones, caída. El tratamiento resultó devastador. Interpretaron para él hasta 6.000 veces la canción «Stardust», en docenas de variaciones, hasta que quedó inconvulso.)

Si se encuentran signos de epilepsia en la autopsia de un cerebro, han sido provocados con mayor frecuencia por las convulsiones que a causa de la epilepsia. En particular, el *gran mal* y el *pequeño mal* se conocen como epilepsia idiopática, ya que no se conoce la causa que las provoca. No obstante, existe un claro fallo. Todo aquello que impide normalmente que un impulso se vaya formando y se transmita con esa energía por todo el cerebro está sufriendo un fallo. Debiera contener la explosión, y no es capaz de hacerlo.

La mayoría de pacientes epilépticos son mentalmente por lo demás normales durante toda su vida. Probablemente los numerosos epilépticos ingresados en los centros mentales están allí debido a que su lesión cerebral es la causante tanto de la epilepsia como de otros trastornos. El tratamiento de la epilepsia de etiología desconocida es farmacológico, mediante fenobarbital. La diferencia existente entre el *gran* y el *pequeño mal* es subrayada por los fármacos, que resultan adecuados para uno e inadecuados para la otra forma. El problema de los conductores epilépticos probablemente no se resuelva jamás. En Gran Bretaña, un epiléptico puede renovar normalmente su carnet de conducir si no ha presentado ninguna crisis durante las horas del día a lo largo de tres años, tanto si está en tratamiento con fármacos anticonvulsivos como si no. Otros países tienden a disponer de tiempos más cortos sin crisis, a menos que el carnet sea de conductor de camiones o de transportes públicos. En estos casos lo habitual, es denegar una licencia para toda la vida. Como es corriente en EE.UU. hay tantas leyes al respecto como estados. En algunos, el médico está obligado a informar a las autoridades sanitarias de todos los epilépticos que él trata. Los médicos han pasado a asumir todas las responsabilidades legales y financieras de los accidentes

atribuidos a pacientes no notificados. Una publicación del Departamento de Sanidad, Educación y Bienestar estableció que la responsabilidad primaria de información reside en el propio paciente. El médico debe solamente informarle correctamente de los riesgos de la epilepsia y de la necesidad de informar a las autoridades. A pesar del lapso de tres años impuesto por la ley británica, la tasa de accidentes provocados por los individuos que han sido epilépticos es dos veces superior a la de la población general.

Debido a la existencia de un estigma referente a la epilepsia, ya que la palabra ha sido frecuentemente asociada —erróneamente— a la locura, no solamente son los solicitantes de un carnet de conducir los que tratan de ocultar su historia de epilepsia, siendo una forma de negación frecuente «mi médico me ha informado de que padezco un trastorno convulsivo que no es epilepsia». Otro es la mentira a sabiendas. En una reunión de la Sociedad de Epilepsia de Massachusetts, el 80 % de participantes expuso las sugerencias recibidas de sus neurólogos en el sentido de negar u ocultar su epilepsia, especialmente en el trato con una oficina de empleo o de seguros. Existe un nexo genético, pero no ha podido identificarse ningún mecanismo sencillo o único. La enfermedad se manifiesta en algunas familias a lo largo de varias generaciones o entre hermanos, pero los padres de la mayoría de epilépticos nunca han sido afectados ellos mismos. Si solamente uno de los progenitores es epiléptico, el riesgo que presenta para la descendencia es despreciable, o de doscientos frente a uno. Si ambos progenitores son epilépticos, suele aconsejarseles que no tengan hijos, a pesar de que, como afirma un corresponsal del *New England Journal of Medicine* «las cifras de riesgo en el consejo genético (sobre epilepsia) han sido diversas, inadecuadas y a veces conflictivas». Muy raras veces, una crisis epiléptica ha conducido a un crimen violento. Ésta es una preocupación frecuente entre la población general, pero un estudio que abarcó unos 5.000 pacientes epilépticos procedentes de cuatro países solamente reveló la presencia de quince de ellos con «fenómenos agresivos» durante sus crisis convulsivas.

Según la OMS, la afección abarca a un 3-10 ‰ de la población total. Aceptando la cifra más elevada, ello representaría cuarenta millones de epilépticos en el mundo. Como añade la afirmación de la OMS para suavizar: «Se trata de un problema de salud mental importante y muy frecuente.» Es una forma de inconsciencia, cuya aclaración podría explicar muchas cosas acerca del funcionamiento normal de cualquier cerebro, y acerca de la propia consciencia. Igual que no se sabe por qué el cerebro no se encuentra en una convulsión continua, también se informa humorísticamente (como se ha mencionado bajo Dominancia) de que las comisuras interhemisféricas constituyen el medio del que dispone el cerebro para asegurar que se produzcan las convulsiones. Permiten que las crisis convulsivas afecten a todo el cerebro en lugar de solamente a un hemisferio. Los individuos con crisis simples pueden incluso contribuir a aumentar los conocimientos neurológicos; los individuos con crisis graves ya lo han hecho. La escisión de estas comisuras es la última medida a tomar cuando los tratamientos farmacológicos han fracasado en la eliminación de las convulsiones repetidas. Los cerebros así tratados, llamados cerebros escindidos, que se describen en las páginas 170-174, han proporcionado la observación de hechos fascinantes referentes a la mente humana. Muchos elementos patológicos tienen el poder de hacer el bien, si no para los propios pacientes, sí para otros. Por otro lado, los que poseen la consciencia como una parte inevitable de su rutina diaria, debieran pensar lo que debe ser perderla durante unos segundos o minutos. ¿Cómo podrían considerar entonces unos actos tan sencillos como ir de compras, nadar, ir en bicicleta, conducir, recordar a sus hijos o simplemente desempeñar una profesión? Un número angustiante de personas de todo el mundo conoce la respuesta.

IX. CAPACIDAD

A no ser que sepas lo que es, nunca seré capaz de explicártelo.

Louis Armstrong (hablando de jazz)

Quisiera estar tan seguro de algo como Lord Macaulay lo está de todo.

Lord Melbourne

El hombre no es un animal razonable, sino sólo capaz de razonar.

Jonathan Swift

Aprendizaje. «¡Oh!, este aprendizaje, qué cosa», se desesperaba Shakespeare en *La Fierrecilla Domada*. Cuatro siglos más tarde, la humanidad sigue estando desconcertada, todavía desesperada pero todavía atraída. Incluso su definición resulta difícil. Como escribió Patrick Bateson, zoólogo de Cambridge: «Definir el aprendizaje resulta casi un chiste malo entre la gente que estudia el comportamiento.» Un problema, como subrayó la profesora Marie Jahoda, es que «el aprendizaje no puede ser observado, siempre es una consecuencia del comportamiento o de la experiencia», o, por volver a Shakespeare, «el aprendizaje no es más que un atributo de nosotros mismos». También es un auxiliar de la memoria, y la memoria sólo una parte de la consciencia. Cualquier sistema nervioso sea cual sea su grado de complejidad, da lugar al aprendizaje. Por ello, es, en parte, la posesión de un sistema nervioso.

El aprendizaje, dijo Sir Peter Medawar, es «aprender a no pensar acerca de las operaciones que un día tuvieron que ser pensadas». De hecho, el proceso es doble, ya que continúa:

«Aprendemos a convertir en instintivo el proceso de pensamiento deliberado, y aprendemos a convertir los procesos automáticos e instintivos en el tema del pensamiento discriminativo.» Alfred Whitehead subrayó el mismo punto escribiendo: «Se trata de una evidencia profundamente equivocada, repetida por todos los libros, y por individuos importantes cuando están pronunciando sus conferencias, el que debiéramos cultivar el hábito de pensar lo que estamos haciendo. El caso es precisamente lo contrario.»

También existen discrepancias acerca de la capacidad cerebral para el aprendizaje. Numerosos gráficos parecen demostrar que las capacidades mentales se acaban virtualmente después de los veinte años más o menos. Algunos autores sugieren la existencia de un máximo a los veinticinco años, con un lento declinar a continuación. Los individuos se encargan de demostrarlo (cuando se analizan sus vidas), igual que las poblaciones. En cambio, cada una de estas afirmaciones ha sido firmemente discutida. No es el número de neuronas lo que es importante (que disminuye con los años) sino el número de interconexiones (sobre lo que no existen pruebas). En la actualidad se considera que también la inteligencia puede aumentar con la edad. Como dijo Patrick Bateson: «La investigación de un concepto global único del aprendizaje es sumamente desesperante.» Curiosamente, la mayoría de libros que tratan el desarrollo de los jóvenes humanos, o sobre un desarrollo anómalo, no hacen referencia al aprendizaje en sus índices.

Si tomamos el *Diccionario de Psicología* de Chris Evans, vemos que el aprendizaje es «la adquisición y el consiguiente almacenamiento de información por parte de un animal, de modo que le permita modificar su comportamiento en el futuro». Esto, por lo tanto, implica la memoria (almacenamiento) y el recuerdo (extracción del almacenamiento), ya que el aprendizaje sin memoria resulta tan impensable como la memoria sin aprendizaje. Ni siquiera se sabe en qué estadio un neonato empieza a aprender. Existe una hipótesis ortodoxa por la que el aprendizaje no se realiza hasta la edad de ocho a doce meses. Hasta ese momento, todo son reflejos y actividades como la

impresión, habiéndose estudiado este fenómeno por primera vez en el ganso (por Konrad Lorenz), por el que los jóvenes gansos son impelidos a seguir a la primera criatura voluminosa que ven. Sin duda alguna, los jóvenes humanos se familiarizan con determinados objetos (su madre, el biberón, la cuna) y con determinados eventos, pero esta apreciación incrementada no es la noción de aprendizaje de cada uno. Recientemente se ha sugerido que los bebés comienzan a aprender entre doce y veintidós días. Los experimentadores hacen muecas delante de los bebés (protrusión labial, fruncimiento de labios, etc.) y esperan a la imitación. Este trabajo ha sido criticado, en parte debido a que los bebés disponen de un repertorio muy limitado (la protrusión y fruncimiento de labios es la mayor parte de su capacidad), y reaccionarán —del modo que puedan— a cualquier estímulo. Por lo tanto, el caso es que aún *no* ha sido demostrado, cuando se inició el verdadero aprendizaje.

Cada padre o madre debe recordar también la existencia del llamado aprendizaje retrógrado, que el desnudarse viene antes que vestirse, que el vaciado de cajas se consigue mucho antes que su llenado, y que la comida está en la mesa —repetidamente— antes de que todo esté aseado. Una gran parte del aprendizaje procede de la prueba al error, y sólo mucho después el éxito. Primero debemos caer de nuestra bicicleta, y una gran parte del aprendizaje se logra teniendo la oportunidad de caer.

Frecuentemente, los avances científicos se producen mediante el estudio de la disfunción en lugar de la normalidad. La hemofilia tenía que enseñar mucho sobre la coagulación de la sangre y la diabetes sobre el papel de la insulina. No obstante, los libros de texto de neuropsicología enseñan poca cosa sobre trastornos del aprendizaje. Un niño (o un adulto) puede aprender; otro no puede. Debe haber una razón para esta variabilidad, pero como ocurre con la consciencia, con la memoria, con el mismo pensamiento, el descubrimiento sólo acaba de comenzar. «¡Oh este aprendizaje, qué cosa es!», decía Gremio. Y así, sin demasiado avance, decimos todos nosotros cuatro siglos más tarde.

Inteligencia. Vale la pena que repitamos el comentario de Louis Armstrong acerca del jazz, teniendo en mente la inteligencia. «A no ser que sepas lo que es, nunca seré capaz de explicártelo.» En un sentido, la palabra se parece a física para significar capacidad física general. En el otro, no puede compararse, ya que la inteligencia implica una inteligencia superior, ya que todo el mundo tiene un físico, tanto si es bueno, malo o cadavérico. El diccionario de Chris Evans, tan preciso en otras áreas, resulta bastante vago respecto a la inteligencia: «Uno de los conceptos más importantes en psicología, y al mismo tiempo uno de los menos comprendidos.» Todos tenemos inteligencia, pero sólo una parte es inteligente. Es una cosa; es una multiplicidad de cosas. Tenemos más que otras especies, pero después de haberla conseguido, nos desvivimos por saber qué es.

En su obra *The Meaning of Intelligence*, el doctor George Stoddard hizo un intento de descripción, diciendo que la inteligencia es

«la capacidad de emprender actividades que se caracterizan por su dificultad, complejidad, abstracción, economía, adaptación a un objetivo, valor social y la emergencia de originales, y para mantener en condiciones estas actividades que requieren una concentración de energía y una resistencia de las fuerzas emocionales».

Otra definición podría ser la capacidad necesaria para comprender por completo la afirmación de Stoddard. Otra definición, aunque menos didáctica, es «una rapidez de respuesta, una búsqueda de posibles soluciones, y la capacidad de percibir nuevas relaciones entre los aspectos de un problema». También se la ha definido como la «versatilidad del ajuste». Aunque *Homo* es la única especie considerada como *sapiens*, no es una capacidad únicamente humana, sino que aparece en cualquier lugar en el que tenga lugar un aprendizaje, y en el que el comportamiento no sea sólo una cuestión de respuesta instintiva. La inteligencia se aloja en el cráneo, pero cómo, dónde y qué es ya no resulta tan evidente.

Los diccionarios comunes destacan un aspecto del proble-

ma: la inteligencia es «intelecto, comprensión», mientras que inteligente es «el que presenta un elevado grado de comprensión». Las palabras correspondientes a los grados de inteligencia en su cota más alta no están diferenciadas, mientras que extrañamente, el extremo inferior está mucho mejor definido. Una clasificación ordena la inteligencia humana desde idiota, imbecil, retrasado, indeterminado, obtuso, normal, superior, muy superior, hasta superdotado. Existen también palabras como sabio, brillante y genio, pero carecen de precisión.

Genéticamente es posible establecer algunas afirmaciones. Según C. O. Carter, «los hijos naturales de personas profesionales son, por término medio, significativamente más inteligentes que sus hermanos adoptados, mientras que los hijos naturales de trabajadores no cualificados son significativamente menos inteligentes que sus hermanos adoptados». Considero que «aproximadamente la mitad» de la variabilidad de la inteligencia general en los niños escolares se debe a una «dotación genética», y añadió que esta proporción aumentaría cuando las oportunidades y las condiciones de vida pasaran a ser «más uniformes». La opinión más extendida es la de que los niños inteligentes tienen poca salud y fuerza. La verdad es que son más saludables y fuertes que la media.

CI. La mención de la dotación genética y ambiental debe llevar a continuación la mención de los tests de inteligencia. Muy pocos intentan medir las condiciones físicas generales, pero la capacidad mental se mide desde los primeros años de este siglo. En un principio, el estudio podía tener un sentido, pero podemos comprender fácilmente que la teoría sobre las diferencias raciales, frecuente en aquella época, influyó mucho dado el deseo de comprobar esta diferencia en el terreno tal vez más sensible, el del intelecto. Los tests Alfa y Beta utilizados por el ejército de los EE.UU. durante la Primera Guerra Mundial para clasificar un millón y medio de reclutas sirvieron de trampolín, tanto para las numerosas quejas con referencia a la diferencia racial, como para las críticas acerca de los métodos utilizados y la acusación general que se produjo.

Desde entonces, e incluso posiblemente antes, ha habido una controversia. En contra de los tests de inteligencia se argumenta: que lo que se mide no es lo que generalmente se entiende por inteligencia; que el valor o valía de una persona no se está comprobando; el juicio se establece sólo sobre determinadas capacidades (como la comprensión de símbolos verbales); y como el genetista Theodosius Dobzhansky dijo: «Desde luego que el CI no es independiente del ambiente, del origen familiar, de la escolaridad y de las circunstancias en las que se lleva a cabo la prueba.» A favor de los tests se ha puesto de manifiesto: que existe una correlación entre ellos y los éxitos educacionales; existe una correlación negativa con la deficiencia mental si se juzga por la conducta; las profesiones más exigentes están desempeñadas por personas con un CI más elevado y viceversa; y, como dijo el profesor Hans Eysenck: «Las personas generalmente consideradas inteligentes tienen puntuaciones más elevadas que las personas consideradas torpes.»

De ahí la controversia, que ocasionalmente se ha teñido de furor vitriólico. El libro *Intelligence: The Battle for the Mind* fue escrito conjuntamente por Eysenck (de Londres) y Leon Kamin (de Princeton). Cada uno destacó los puntos de vista contrarios, y un lector llegó a acusar a Kamin de «sarcasmo», de «diatriba sin piedad contra Eysenck» y de «insultos vergonzosos y gratuitos». En la guerra del CI no siempre una parte suele escuchar a la otra. En un debate en el *New Scientist* entre Eysenck y Steven Rose (de la Open University inglesa), que se suponía estaban en posiciones encontradas, Eysenck escribió: «La inteligencia no es una cosa que existe en algún lugar fuera de aquí... es un *concepto*, como masa o temperatura.» Rose escribió (en la misma página): «La falacia de los tests que miden el CI constituye un ejemplo clásico de razonamiento circular, basado en una serie de suposiciones insostenibles: (a) que la inteligencia es una clase de cosa, una cantidad fijada...» A diferencia de numerosos debates científicos, la lucha del CI ha convertido a cada equipo de protagonistas en fanáticos para su causa. Tal como dos observadores (ambos del *Psychology News*) subrayaron desesperadamente en 1982: «No hemos encontra-

do prueba alguna de que ningún psicólogo de primera línea de Gran Bretaña haya cambiado su posición acerca del tema en los últimos años...» Luego añadieron, aún más desesperadamente: «No está nada claro qué tipo de evidencia lograría que los psicólogos cambiaran su opinión.»

Todos los debates pueden encarnizarse, pero en el del CI existen elementos agravantes. Si puede comprobarse la inteligencia, o determinarse, o predecirse, ¿qué pasa? ¿Se distribuirán menos recursos educacionales a los individuos que menos los necesitan, como los individuos que obtienen las peores o las mejores puntuaciones en los tests? ¿Qué pasa si los diferentes grupos raciales u otra clase de grupo proporcionan unas puntuaciones diferentes? Suponiendo que un grupo obtuviera constantemente un 1 % menos de puntuación, ¿recibiría acaso un 1 % menos dinero? (¿o un 1 % más?). Igualmente siendo que la importancia relativa de los genes y del medio ambiente han figurado en (casi) todos los debates sobre CI, ¿qué pasaría si en una comunidad se aceptara que los genes tienen, digamos, el 80 % de esa influencia? Incluso si esta observación tiene algún significado en la ciencia, ¿tiene también un significado para la comunidad? En resumen, se ignora si la discusión sobre el CI puede resolverse, o qué es lo que puede hacerse con la información si es en general aceptable.

La aparición de diversos desarrollos recientes ha creado aún más si (cabe) controversia. En primer lugar, se ha demostrado que algunas pruebas, tan frecuentemente citadas, respecto a la herencia de la inteligencia, son fraudulentas. Las investigaciones de Sir Cyril Burt han sido sometidas a una especial revisión. En segundo lugar, un juez federal de California ha proscrito la utilización de tests de CI para la calificación de estudiantes de raza negra como retrasados mentales. La cifra relativamente elevada de estos estudiantes en clases especiales para retrasados mentales fue la consecuencia de su poca habilidad para realizar bien los tests. El juez afirmó que se trataba de una discriminación racial y cultural. Esta prohibición, que se llevó a cabo tras un proceso de ocho años de duración, no se aplica

en la actualidad, técnicamente más que en California, y en una utilización especial de un tipo de tests, pero seguramente tendrá repercusiones.

En tercer lugar (y a favor de los tests de CI), se ha demostrado que la velocidad de la acción nerviosa en el cerebro —en respuesta a destellos luminosos, etc.— muestra una buena correlación con un CI elevado. Por ello puede existir algo innato mejor o más rápido en los cerebros más inteligentes. En cuarto lugar (otra vez a favor de los tests) se ha demostrado que las ondas cerebrales evocadas, las que cambian según los estímulos exteriores, también pueden correlacionarse con el CI. En otras palabras, existe una diferencia detectable en el comportamiento de los cerebros de las personas torpes o brillantes. O, como dijo Hans Eysenck: «Se ha hallado una base biológica concreta y mensurable para el CI.» Alan Hendrickson, que realizó un estudio sobre potenciales evocados, va incluso más lejos. Los resultados no demostraron solamente un fundamento biológico de la inteligencia: sugieren lo que el CI es actualmente. Inevitablemente, otros han estado dispuestos a afirmar en el hecho que las pretensiones del hallazgo de las raíces de la inteligencia no son, como parece deducirse, notablemente inteligentes.

Por ello, el debate sigue en activo. Para algunos críticos, los tests de inteligencia únicamente comprueban la capacidad de una persona para realizar un test de inteligencia. Cada grupo identificable sólo lo realizará bien cuando sea este grupo el que diseñe los tests. La objeción contraria es que cualquier esquema que sea capaz de medir la inteligencia, el atributo más atractivo de la humanidad, vale la pena el examinarlo, y luego mejorarlo. Si se lo considerara aceptable, indudablemente podría ser útil. Un tercer punto de vista es el de que el concepto de inteligencia es demasiado diversificado para acabar en un simple número. Karl Popper y John C. Eccles escribieron:

«Parece ser que existen diferencias innatas de inteligencia. Pero parece casi imposible que un asunto tan polifacético y complejo como el saber y la inteligencia innatos del hombre (capaci-

dad de comprensión, profundidad de entendimiento, creatividad, claridad de exposición, etc.), pueda medirse mediante una función unidimensional como el "Cociente de Inteligencia".»

Dos puntos finales pueden concluir esta sección. Los niños, aparentemente, no pueden ser sometidos a un test de inteligencia hasta que hayan cumplido los seis años, en que su naturaleza y los conocimientos aprendidos ya han progresado mucho. En segundo lugar, en un mundo progresivamente maravillado por la habilidad de los japoneses de comprender los deseos comerciales de cualquiera por delante de su tiempo, y de proporcionar una industria destinada a satisfacer estos deseos, la nación con un CI medio más elevado es Japón. La cifra que ha sido publicada es 106,6, mientras que la cifra lograda en Gran Bretaña, por ejemplo, es exactamente 100. No obstante, hasta esta diferencia ha sido superada. En mayo de 1982, *Nature* publicó un reportaje realizado por Richard Lynn, de la New University del Ulster, en el que se comparaba específicamente una prueba de niños japoneses con una de niños americanos. Halló una diferencia de once puntos en el CI entre ambos grupos —a favor de los japoneses.

Lenguaje. La mayoría de animales pueden comunicarse entre sí, pero solamente el hombre puede hablar. Mediante el lenguaje, la humanidad es capaz de lograr lo que los animales más inteligentes ni siquiera pueden contemplar, es decir, acumular conocimientos, relatar experiencias, discutir una solución, programar el futuro. La frase de Platón, «la aparición del lenguaje», ha tejido la cultura humana, y ha sido y es a través de una evolución cultural como la humanidad se ha distanciado de una evolución completamente biológica. «Habla para que pueda verte», dijo Ben Jonson. Hablemos, todos nosotros, de modo que sepamos lo que está ocurriendo.

Nadie sabe cuándo comenzó el habla. En realidad, nadie sabe lo que ocurrió en el transcurso de dos millones de años, o incluso por más tiempo. Existen grandes cantidades de información acerca de la prehistoria y hechos como la bipedesta-

ción, la posición erecta, la marcha, la capacidad cerebral, la dentición, la destreza y artefactos, pero el habla no deja huellas ni se fosiliza (como hace la destreza a través de los objetos fabricados) para demostrar su existencia. Puede considerarse que el habla debe haber existido para que la humanidad saliera adelante, como artista, como técnico, como hábil cazador a partir del individuo menos capaz que había existido anteriormente. No puede argumentarse, ni muchísimo menos, que el habla ya existía de antemano durante los miles de generaciones del Acheulense que duraron un millón y medio de años, cuando el progreso cultural difícilmente avanzaba, por lo menos a la vista de los objetos hallados.

Otro punto misterioso es saber si el lenguaje se constituyó correctamente, con su sintaxis y un buen vocabulario, casi desde su inicio. O si tuvieron que pasar innumerables milenios, en los que el *Homo* gruñía de forma inarticulada, de modo parecido a Hollywood cuando hacía hablar a los indios en los primeros tiempos del cine sonoro. (Tan imbuido estaba de esta forma de hablar de los indios americanos, que casi experimenté un shock cuando vi por primera vez a esta gente, y les oí charlando y parloteando como el resto del mundo.) Resulta difícil pensar en el lenguaje llegando por partes, quedándose tal vez en el nivel normal de un niño de dos años durante innumerables siglos —yo ver elefante, ¿mamá ver elefante?, ambos ven al elefante. Por otro lado, es imposible de saber.

Los moldes cerebrales han resultado útiles, pero no han proporcionado resultados concluyentes. Cuando se vierte la goma látex en un cráneo antiguo fosilizado, sólo toma una muy ligera impresión del cerebro que una vez se alojó allí. En muy pocos moldes tomados de cráneos con una antigüedad de dos millones de años se observa apenas un hueco correspondiente al área de Broca. Esta región cobró fama (y su nombre) cuando Paul Broca en el siglo pasado la identificó con el lenguaje, al descubrir que su escisión dejaba al paciente sin habla. En algunos cráneos igualmente antiguos se ha hallado otra cavidad similar, escasamente identificable, en el área de Wernicke, también relacionada con el lenguaje (pero más bien con la gramáti-

ca que con el propio lenguaje). Los hechos resultan interesantes, pero no permiten llegar a conclusión alguna sobre la instauración del lenguaje. Además, los monos modernos presentan una masa en el área equivalente de Broca. Puede que se encuentren en el camino del lenguaje, pero por ahora no hablan todavía.

Resulta tentador, como profano, declarar que el lenguaje de la humanidad comenzó, de forma repentina y eficaz, en el último período del Pleistoceno (palabra griega para «más reciente»), precisamente cuando la humanidad empezó su curso actual, digamos que hace unos 40.000 años. Durante miles de generaciones anteriores había estado confeccionando herramientas casi idénticas, y parece que estuvo cazando y recolectando todo el tiempo de la misma forma; pero después, en el espacio de mil generaciones, había domesticado animales, consiguió cosechas, muchas clases de perros, religión, pueblos, joyería y todo tipo de arte. Parece fácil creer que no le hubiera sido posible avanzar tanto sin el don del lenguaje. De forma parecida, y aún es más fácil de creer, no hubiera hecho anteriormente tan pobres progresos si hubiera podido hablar.

El desarrollo de un niño proporciona algunas claves acerca del posible desarrollo del lenguaje. La laringe fetal está situada en forma semejante a la de otros mamíferos. Incluso aunque tuviera el deseo y la mentalización de hablar, en la matriz o durante el nacimiento, el feto/bebé humano no podría hacerlo porque le resultaría imposible desde el punto de vista anatómico. El neonato sólo es capaz de llorar. También respira por la nariz; y si su diminuto apéndice de nariz quedase bloqueado, moriría asfixiado por falta de aire a menos que se introduzca un tubo en su laringe. No puede respirar por la boca, por lo menos hasta que la laringe y la mandíbula se empujen hacia abajo. En el desarrollo normal, la laringe empieza a ocupar su lugar adecuado a los seis u ocho meses, haciendo posible la vocalización del lenguaje.

No obstante, el bebé se ha estado comunicando ya antes. El llanto no es una cosa simple, por lo menos inmediatamente, ya que existen diferentes formas y matices —malestar general,

hambre, dolor. La segunda fase de ruidos está en el arrullo. Madre y niño pueden pasar mucho rato, no imitándose mutuamente, sino comunicándose de esa forma. Las sonrisas y arrullos van juntos. En tercer lugar, después de aproximadamente ocho semanas, aparece el parloteo. Esta serie de vocales y consonantes constituye una jerga, y a menudo es realizada, a diferencia del arrullo, por el propio niño. Otto Köhler fue el primero en descubrir que todos los bebés normales, sea cual sea el lenguaje utilizado, parlotean de la misma manera, haciendo el mismo tipo de ruido.

Hacia los nueve meses, cuando la laringe ha bajado y cuando él hable está dispuesto para comenzar, el parloteo puede detenerse. Es como si el niño advirtiera de repente en qué consiste el lenguaje, y se sintiera inhibido. Comienza a imitar la charla de los adultos y utiliza palabras en lugar de la rica y desordenada variedad de sonidos que había utilizado anteriormente. Al año de edad, tiene el conocimiento, los medios y la inteligencia para aprender un lenguaje. La articulación aún le resulta difícil, pero al final de su cuarto año, el niño puede dominar la mayoría de sonidos indispensables (o fonemas). Entonces no sólo habla el lenguaje de su localidad, sino que ha aprendido su dialecto. En algunos aspectos, el niño es superior al adulto, ya que muestra más variabilidad en la pronunciación de los sonidos de las vocales. Esta capacidad desaparece hacia los once años, al nivel adulto.

Por lo menos inicialmente, el desarrollo de la vocalización del bebé presenta algunas semejanzas con los ruidos (o fonación) de otros primates jóvenes. Existe un modelo fijo de desarrollo, independiente del tipo de ruido y de lenguaje utilizado en su entorno. Los monos ardilla criados con madres mudas pueden vocalizar inmediatamente tras su nacimiento y logran emitir toda clase de sonidos propios de los adultos. La diferencia humana sólo aparece cuando su primitiva vocalización es firmemente sustituida por los cambios preprogramados. Esta capacidad de saber, al año de edad más o menos que el parloteo, los gritos, el llanto, los chillidos, la risa y el arrullo son algo inadecuados, lo que ha ayudado a la humanidad a resultar

una especie tan diferente de las demás. «Uno de los primeros productos de la mente humana», dijo Karl Popper «es el lenguaje humano»; pero resulta difícil imaginarse el cerebro humano, la mente humana, y el lenguaje humano llegando por separado, independientemente, por lo muy imbricados que parecen. No obstante, el lenguaje humano no puede existir sin la presencia de un cerebro que lo conciba y lo organice. Así pues, el cerebro debe tener una prioridad de lugar, siendo el lenguaje su producto.

El lenguaje tampoco puede existir sin una laringe con la que hablar. Inicialmente, este órgano funcionaba únicamente como una válvula en el extremo de las vías respiratorias. Fue desarrollado por los tetrápodos como respuesta a la respiración, pero en la actualidad sólo es un órgano vocal en el caso de ranas y sapos, algunos lagartos y en la mayoría de mamíferos. (Las aves disponen de laringe, pero carecen de cuerdas vocales. Su voz proviene de la siringe, un órgano semejante a la laringe, que está situado más abajo en las vías aéreas inferiores, cerca de su división en los bronquios.)

La laringe humana tiene una altura de unos cinco centímetros. Sus cuerdas vocales, ni son cuerdas ni tienen ese aspecto. Se trata de tiras planas, y por ello, se parecen más a una espadaña. Son de color blanco, más marcado en las mujeres. Su longitud oscila entre 17 y 25 mm en el varón y 12,5 y 17 mm en las mujeres. Tanto la longitud como el volumen de las cuerdas contribuyen a dar el tono a la voz humana, más alto gracias a las cuerdas más cortas y ligeras en los niños y mujeres. La fuente del sonido no consiste en la vibración de las cuerdas parecidas a una espadaña, sino en la repetida interrupción del flujo de aire provocada por su acción semejante al de una válvula (otra razón más para no llamarlas cuerdas, ya que ni se parecen ni actúan como las cuerdas en un instrumento musical). Es necesario que haya una determinada presión de aire que obligue a las cuerdas a separarse, que durante una conversación corriente es sólo de unos veinte centímetros de altura de agua (una cincuentava parte de una atmósfera). El hecho de hablar alto ya requiere una presión de 95 centímetros de ni-

vel de agua (una décima parte de una atmósfera). El canto necesita una presión semejante y un flujo de 100 a 200 mililitros por segundo. Puesto que el volumen máximo de aire, tras una inspiración forzada, es aproximadamente de cinco litros, significa que una nota puede mantenerse durante unos cuarenta segundos. (El canto de la voz humana ha sido definido con mucha propiedad por T. A. Sears, del Instituto de Neurología de Londres, como «el instrumento musical más antiguo, rico en contenido armónico, de amplia extensión tonal, perfectamente portátil, y de un rendimiento idiosincrático completo, ya que sólo puede ser tocado por su poseedor».)

Existen diferencias sexuales aparte de la distinta longitud de las cuerdas y el tono. Las niñas tienden a pronunciar sus primeras palabras antes que los niños, y poseen un vocabulario más amplio en sus primeros años. En el habla propiamente dicho los niños y las niñas van por un igual, hasta que entre los tres y cinco años, las niñas toman el primer puesto. También son mejores que los niños cuando empiezan a leer. Este retraso de los varones se compensa posteriormente, pero se dice que este dominio de las mujeres en cuanto a capacidad de lenguaje puede animarlas a tomar unos caminos intelectuales distintos de los correspondientes a los varones (inicialmente) menos dotados lingüísticamente. Cualquier diferencia tiende a crear otras diferencias, y algunas de las distinciones efectuadas entre adultos varón y mujer en cuanto a rendimiento cerebral puede ser debida a la divergencia precoz referente a la adquisición del lenguaje.

Una discusión casi tan agria como la relativa al CI es la que se refiere a la capacidad de los monos para dominar el lenguaje. Ellos no pueden hablar, ya que carecen del equipo necesario, pero la discusión se ha centrado en su capacidad de comprensión y de aprendizaje del lenguaje. El mono más famoso, posiblemente de todos los tiempos, ha sido Washoe, un chimpancé al que Robert y Beatrice Gardner, de Nevada, enseñaron en la década de 1960 a comunicarse mediante el lenguaje por signos ASL o Ameslan, utilizado en EE.UU. por los sordomudos. Desde que cumplió su primer año, hasta los cua-

tro y medio, Washoe aprendió 132 signos (para Ven, Plátano, Washoe, etc.), un total que aumentó hasta 180 a los ocho años. Los que afirmaban que se trataba de un aprendizaje del lenguaje estaban especialmente fascinados por el hecho de que Washoe tuviera la capacidad de unir dos signos de forma inteligente. Puesto que en su vocabulario no existía el signo correspondiente a «pato», lo llamaba «pájaro de agua». Otro chimpancé, sucesor de Washoe, denominó a una sandía como «bebida de caramelo». Estos estudiantes tan particulares adquirieron incluso una especie de sintaxis, mostraron algunos signos a sus crías (sin intervención humana) e indudablemente mostraron una notable inteligencia. Por otro lado, y según los detractores, el aprendizaje de asociación de signos con objetos, colores, conceptos y hechos no es una demostración de lenguaje.

La discusión resultó sorprendentemente violenta, y en especial agria en una reunión de la Academia de Ciencias de Nueva York, cuando tanto los defensores como los detractores dieron argumentos tan buenos (o tan nulos) como pudieron. Para los no implicados en esta controversia, las conclusiones dadas parecen bastante claras. Un trabajo paciente y de dedicación, sobre todo con chimpancés y también con orangutanes, ha demostrado que los monos tienen más talento de lo que generalmente se suponía. No obstante, lo que han conseguido aprender queda muy lejos de lo que el ser humano aprenderá en una época temprana sin una pertinaz insistencia por parte de los esforzados investigadores. Desde la óptica de los estándares del aprendizaje humano del lenguaje, los monos inteligentes no pasan de idiotas. La humanidad y los monos deben haber tenido algún antepasado común en algún momento del pasado, pero ni el hombre ni el mono se parecen ya a aquel antepasado, ni mucho menos en la capacidad de comunicarse o de utilizar un lenguaje.

La principal cuestión, que Washoe y compañía no empezaron siquiera a contestar, es por qué y cómo la comunicación común se transforma en lenguaje. Los animales se comunican, y posiblemente los antepasados homínidos fueron tan buenos

como los monos modernos, o incluso mejores. Entonces aprendieron a hablar, a utilizar el lenguaje, y originaron directamente las casi 2.000 lenguas existentes en la actualidad (considerando las diferentes definiciones de dialecto). Resulta un acertijo divertido, que nunca podrá ser analizado; pero es muy posible que tuviera lugar, o se completara, junto con otros desafíos hace unos 40.000 años, lo que condujo en unos pocos saltos, al hombre neolítico. «El lenguaje es lo que más revela al hombre», dijo Ben Jonson. Ojalá pudiera mostrarnos a nosotros la forma en que el hombre inició su lenguaje.

Lectura. Intellectualmente (y por mencionar este punto de nuevo), la humanidad está equipada con un cerebro desarrollado y evolucionado a partir del individuo cazador y recolector. Por lo que sabemos, no ha pasado nada desde que la era del hombre moderno empezó a modificar este cerebro antiguo, para hacerlo más adecuado a los tiempos modernos. El *Homo primitivo*, que vivía en el campo, ha tenido que convertirse en un hombre tecnológico, que vive en ciudades, rodeado de un determinado equipo, que sufre toda clase de nuevas presiones, y que aún conserva el mismo y antiguo cerebro. Este punto merece una segunda lectura (y hasta una tercera), porque cuando uno está rodeado de libros, música, matemáticas y ciencia, resulta muy fácil creer que todo ello ha sido siempre así. Pero no lo ha sido. Estas cosas han sido injertadas y desarrolladas por esta mente de cazador-recolector.

La lectura constituye un primer buen ejemplo. A un hombre inculto, le debe parecer una maravilla que alguien escoja un libro, y se ría o sonría, se estremezca o llore sobre lo que el libro dice. (Observar a un japonés con el muchísimo más complejo Kanji puede conducir a un europeo a un asombro semejante.) Toda la lectura es realizada por una mente que no ha sido formada para nada parecido. No obstante, la literatura médica, al comentar la capacidad de lectura, pone el 99 % de su interés en la incapacidad de lectura, como si la lectura (o la escritura) fueran como otras funciones, como la digestión, la visión y todos los atributos normales, y debiera fun-

cionar perfectamente. Sin embargo, la disfunción puede proporcionar valiosas claves acerca de la función, y un cerebro lesionado resulta siempre de interés si la lesión está asociada a alguna incapacidad de realización. La alexia, llamada también ceguera de nombres, es la incapacidad de leer. Es provocada por lesión del lóbulo temporal, y de modo más específico, «del giro del ángulo izquierdo debajo de la sustancia blanca subyacente», como indicó el *British Medical Journal*. Probablemente unida a la alexia, está la agrafia, la incapacidad de escribir, y algún grado de afasia, con incapacidad de hablar. Si es el giro temporal posterosuperior el que está lesionado, seguro que se observará afasia. Si la lesión es suficientemente importante para provocar problemas de lectura, se llama alexia afásica. Si existe alexia sin agrafia, la lesión no está situada en el giro angular, sino en la vía nerviosa existente entre este giro y la corteza visual. La escritura de estas personas ha sido comparada a los intentos normales realizados con ojos cerrados.

Un problema para la localización del área de la lectura en el cerebro es la existencia de tres tareas principales implicadas: el reconocimiento visual (de las letras), la conversión de estos símbolos (en palabras, fonemas), y la comprensión semántica. Así pues, puede existir ceguera para las letras, igual que existe la ceguera para las palabras, provocadas probablemente ambas por diferentes faltas en la corteza visual. Los problemas semánticos, conocidos a veces como paralexia o también dislexia profunda, pueden ser el resultado de leer «cachorro» como «perro pequeño» o viceversa. En ocasiones, la respuesta no es tan inmediatamente comprensible, como en: NIZA, una pequeña ciudad de Francia; KIEV, Odessa; ITALIA, república; o (como alegó Max Coltheart, profesor de psicología en Birkbeck) «HOLANDA es un país... no Europa... no... no Alemania... Es pequeño... fue capturado... Bélgica. Eso es. Bélgica.»

La ceguera para palabras es un término utilizado desde su acuñación por A. Kussmaul en la *Cyclopaedia of the Practice of Medicine*, publicada en 1877. Insistió en el hecho de que el lenguaje y la inteligencia podían, sin embargo, ser normales, y

generalmente lo son. Dislexia, el término moderno para esta afección, se define frecuentemente como un trastorno de la percepción de las palabras cuando no se debe a una deficiencia en la inteligencia. Un funcionario médico de enseñanza inglés, el doctor James Kerr, fue ya en el año 1896 el primero que mencionó que la dislexia creaba un problema en la educación. Todavía constituye un problema, especialmente porque en materia educativa debe intervenir una parte muy considerable de lectura. La dislexia grave, por el contrario, puede ser un problema menor, ya que se identifica más fácilmente. El niño es transferido entonces a enseñanza verbal. Un grado discreto de dislexia puede ser confundido, como dijo *The Lancet*, con «pereza, descuido, o estupidez, para grave perjuicio del niño».

Se han considerado numerosas causas de dislexia, tales como: factores constitucionales hereditarios; una dominancia incompleta de un hemisferio (ya que los disléxicos son a menudo ambidextros o zurdos); y daño cerebral en el momento del nacimiento. Es esencialmente curable, ya que el tratamiento requiere una atención individualizada y la asociación repetitiva del sonido con modelos visuales. Si no se proporciona ayuda, el niño puede experimentar una sensación de abandono y desesperación, así como un bloqueo emocional completo a todas formas de enseñanza. Según un artículo del *World Medicine*, el 26 % de los escolares presentan algún tipo de trastorno del aprendizaje, entre los que una mala lectura puede constituir a menudo un factor contribuyente. El artículo, escrito por Audrey Wisby (consultor en terapia educacional), sugiere que todos los niños que presentan dislexia deberían tener la oportunidad de disponer de «una investigación completa de tipo audiométrico, oftalmológico, ortóptico y neurofisiológico, como punto de partida». Los ojos, oídos y cerebro deben ser examinados a fin de detectar exactamente donde está el defecto. Es posible que sea solamente el movimiento de los ojos que sea defectuoso, siendo débil o errático, con una proporción anómala de miradas retrógradas. Puede que no tenga nada que ver con la parte interpretativa del cerebro.

También existen las llamadas pseudoalexias, provocadas

por ejemplo, por la incapacidad de leer en voz alta, deficiencia mental, trastornos psiquiátricos, o una enfermedad psicogénica como la esquizofrenia. La verdad es que existe un problema con las dosificaciones. La dislexia es una de esas clasificaciones, ya que seguramente existe un número demasiado grande de afecciones amparadas bajo ese manto. Tal vez, para volver a la afirmación de *The Lancet* de hace dos párrafos, hoy en día se identifica bajo ese titular bastantes grados de pereza, descuido o de estupidez. Pero, por lo menos, hay ahora una mayor flexibilidad de pensamiento. No sólo se está reconociendo que existen individuos inteligentes que no pueden leer correctamente, sino que se ha comprendido que el tema de la lectura es más importante de lo que se creía inicialmente. Se está demostrando una vez más que el cerebro del cazador-recolector resulta más inteligente de lo que al principio se creía. Tal vez no debería asombrarnos de que haya un 1 % de individuos con un cierto grado de dislexia, y en cambio debiera maravillarnos el hecho de que exista un 99 % que pueda leer con esa facilidad.

Música. «De todos los ruidos, creo que la música es el menos desagradable» dijo Samuel Johnson, añadiendo en otra ocasión que era «el único placer sensual sin pecado». Incluso este aficionado tan poco afecto a la música la consideraba como algo positivo dentro de la experiencia humana. Otros fueron más lejos, calificándola como la más antigua de todas las artes. Aldous Huxley proclamó que la música «es lo más cercano a expresar lo inexpresable —después del silencio». L. Newman dijo (en el año 1919) que «es una idea, que se dirige a nosotros en nuestro propio lenguaje, con una fuerza y una lógica tan grandes como la que puedan tener las palabras». Un par de siglos antes, Joseph Addison, en su «Canción para el día de Santa Cecilia» había escrito: «La música, el mayor bien que poseen los mortales, y lo único que tenemos del cielo.» Brevemente, como todo el mundo sabe, la música puede ser excitante, estimulante, conversadora a su manera e incluso asombrosa. No tiene razón de existir, por lo menos no debido

a unos requerimientos revolucionarios estrictos, como el alimento, la supervivencia o la procreación.

Es uno más de los atributos únicamente humanos. Las aves cantan de una forma musical para nuestros oídos, pero si encerramos un pinzón en una habitación en la que solamente se interpreta el canto de pinzón, éste solamente aprenderá este ruido. Las ballenas cantan, según dice la gente, pero no disponemos de información acerca de si los sonidos resultan musicales para ellas. La música es siempre un arte, establece un concepto circular, y solamente la humanidad es capaz del arte. R. A. Henson (de Londres) ha escrito que la música «está relacionada con la expresión y comunicación de ideas musicales... El lenguaje trata con palabras, y la idea de que es más preciso que la música arranca probablemente de la mayor familiaridad universal de la gente con las palabras». Muchos siglos antes, entre los años 622 y 633, Isidoro de Sevilla hubiera estado de acuerdo al escribir en *«Lo que puede hacer la música»*: «En la batalla, el son de las trompetas exalta a los combatientes, y cuanto mayor es el estruendo de ellas, mayor es el valor de sus espíritus... la música alivia a la mente para soportar el trabajo, y la modulación de la voz ayuda a combatir el cansancio de cada tarea.» ¿Veis?

Aparentemente, la música puede: incrementar el metabolismo del organismo, alterar la energía muscular, acelerar la frecuencia respiratoria y convertirla en menos regular, realzar la percepción, exagerar las sacudidas de rodillas, reducir el umbral para diversos estímulos sensoriales, afectar a la presión arterial, y con ello a la circulación sanguínea. No obstante, como subrayó el neurólogo Macdonald Critchley, cada elemento de esta lista «podría ser igualmente el resultado de un ruido, en contraposición a la música». Los diferentes tipos de música ejercen un efecto diferente (igual que podemos suponer de diversos tipos de ruido). La música de baile y las marchas orquestales provocan especialmente una respuesta de tipo muscular, mientras que otros tipos las desencadenan más bien de tipo respiratorio o cardiovascular. Según G. Harrer y H. Harrer (de Salzburgo), las frecuencias cardíacas (de pulso) más

elevadas registradas durante el acto de dirigir música «no se alcanzan en momentos de gran esfuerzo físico, sino en pasajes que originan una respuesta emocional superior». En esos momentos, la frecuencia cardíaca puede ser el doble de la normal.

Existe una notable controversia acerca de la comprensión musical y su localización: algunos aseguran que se encuentra en el hemisferio derecho del cerebro y otros en el izquierdo. Inicialmente, fue adscrito al derecho, ocupando una posición equivalente a la del lenguaje en la parte (probablemente) dominante de la izquierda. A Critchley le resultaba difícil aceptar este criterio, porque

«resulta difícilmente creíble imaginar que la música, que comprende a la vez una melodía y un lenguaje articulado, pueda originarse de la acción de las dos mitades opuestas del cerebro... Si hablamos con nuestro hemisferio principal y cantamos con el secundario, ¿a qué juego de manos cerebral recurriremos para solucionar las vocalizaciones intermedias, cantando y recitando?»

En 1974, y según Antonio R. Damasio (de Portugal y Iowa), comenzó a cobrar fuerza la idea según la cual el hemisferio izquierdo pasa a ser dominante en aquellos individuos en los que la música llega a ser cada vez más importante. Los niños cantores han contribuido a este concepto. Se demostró que un grupo de jóvenes cantores presentaba una superioridad del oído derecho para el proceso musical, siendo esta diferencia para el desarrollo derecho e izquierdo más notable a medida que iban ganando experiencia musical. Lo que oye el oído derecho es organizado por el hemisferio izquierdo.

Otro grupo, que en principio no continuaba el caso de los niños cantores, era capaz de reconocer mejor melodías con su oído izquierdo (por lo que resultaban más eficaces con sus hemisferios derechos). El asunto se iba agudizando —y daba mayor sentido a los niños cantores— cuando unos estudios posteriores demostraron que los «individuos no musicales» podían discernir mejor con su oído izquierdo, mientras que los «individuos con experiencia musical» resultaban mejores con su oído derecho. Lo que parece que ocurre, y en palabras de Maria

A. Wyke (de Londres), es que existe «un modelo diferencial de especialización cerebral... para individuos musicalmente sofisticados y para individuos musicalmente legos». Ahora se puede adoptar una conclusión provisional: la ejecución musical se lleva a cabo con el hemisferio derecho (y en general secundario), mientras que la percepción musical se desarrolla dando lugar a una dominancia del hemisferio izquierdo en los que son activos musicalmente. (Con ello, puede resolverse el asombro de Critchley expresado en los párrafos anteriores, acerca de la derecha y la izquierda. Los que tienen experiencia musical cantan y hablan realmente con el mismo hemisferio, mientras que los musicalmente «legos» pueden estar utilizando ambos hemisferios para sus canciones.)

También se han llevado a cabo estudios, no solamente para averiguar cuál es el hemisferio cerebral implicado y con qué aspecto de la música, sino qué parte de cada hemisferio es la que está implicada. Como animal de experimentación se ha utilizado el perro. La creación de reflejos condicionados, desarrollada por Ivan Pavlov en los primeros años de este siglo, hace que los animales emitan saliva si se produce un sonido regularmente cada vez que es inminente la llegada de la comida. Si se emplea una nota musical, los perros demuestran que son capaces de discernir la diferencia de un semitono. Si es un do, insalivan; si difiere en un semitono, no lo hacen. Si la nota correcta se encuentra en un acorde, la volverán a detectar; si se repite el acorde sin la nota, notarán la diferencia. Por lo tanto, se ha comprobado que los perros poseen un diapason perfecto, una facultad de la que disfrutaban sólo un reducido porcentaje de personas (o quizá ni siquiera eso cuando los instrumentos están poco afinados).

Las experiencias realizadas con animales sugieren que determinadas proyecciones de los lóbulos temporales, correspondientes (en el hombre) más o menos a las circunvoluciones transversas de Heschl, constituyen los centros musicales. La amusia completa, o falta de la capacidad de identificar o reproducir melodías, se acompaña en ocasiones de lesiones de esa misma área temporal en el hemisferio dominante (habitual-

mente el izquierdo). Una lesión semejante del otro lado se asocia a amusia parcial, sobre todo en la expresión de la música. (Igual que la música debe ser —y es incomprensible para los que padecen amusia, a los totalmente sordos para los tonos, debe resultarles así de maravilloso el poder de la música incluso para aquellos capaces de cantar canciones. Pruebe de silbar una canción familiar sólo sobre una nota.)

La capacidad musical tiende a manifestarse a una edad más temprana que en otras áreas del arte. Los artistas gráficos pueden mostrar una habilidad precoz, pero en contadas ocasiones esta obra juvenil será lo suficientemente buena para una exposición. (Aunque haya habido excepciones como Durero y Picasso.) Mozart, Beethoven, Händel y J. S. Bach, por ejemplo, no solamente manifestaron su capacidad precoz, sino que compusieron obras de gran talla adulta antes de alcanzar la edad adulta. En algunos individuos, aún resulta más asombrosa la capacidad de componer estando sordos. La sordera de Beethoven (debida posiblemente a un acceso de fiebre tifoidea) y de Smetana (debida tal vez a una neurosífilis) no detuvo su genialidad. Por otro lado, están los que prefieren el silencio. Ernest Newman escribió que preferiría vivir una interpretación silenciosa e ideal en su casa con la partitura, que asistir a un concierto con todas sus imperfecciones.

Podemos repetir aquí la afirmación del arzobispo Isidoro, de trece siglos y medio de antigüedad, junto con la pregunta que le sigue. «La música alivia a la mente para soportar el trabajo, y la modulación de la voz ayuda a combatir el tedio de cada tarea.» Pero, ¿por qué? ¿Qué demonios tiene que ver esto con la evolución del cazador-recolector?

No resulta posible, y menos con un simple capítulo, sentar conclusiones acerca de la capacidad mental humana. Pasar de la inteligencia al aprendizaje, al lenguaje, a la lectura y a la música, puede proporcionar una noción de la envergadura de la sabiduría, el pensamiento, la percepción y la inventiva humanas, pero difícilmente de su alcance. De alguna manera, tal como se expuso en el capítulo primero de esta obra, un mono

se convirtió en un homínido, quien se convirtió a su vez en una especie con el talento (y la insolencia) para alterar el planeta en el que se encontraba. E incluso con la capacidad de abandonarlo rápidamente, pero el abandonarlo es lo de menos.

No existe comparación posible entre la capacidad mental del hombre y la de las demás especies. El cerebro humano podría haber sido formado en otro planeta, ya que su masa de kilo y medio pertenece a un orden diferente del de los cerebros de los otros animales. Tal vez están más adecuados a su medio ambiente, son menos destructores, menos ávidos y ambiciosos, pero en lo que concierne al pensamiento y la razón, la destreza y la adaptabilidad, todos ellos no son nada si se comparan uno a uno con el hombre.

Una historieta, entresacada de la ciencia-ficción, puede servir de epílogo. Subraya tanto la capacidad de la humanidad como lo que ocurrió cuando la evolución biológica se transformó en cultural, cuando el hombre pudo aprender del hombre. Érase una vez, en un tiempo futuro, por supuesto, una nave interestelar que salió de la Tierra hacia un planeta de otro sistema. A bordo se encontraban seis hombres. Sus instrucciones consistían en el envío de un mensaje a la Tierra al cabo de un año. Si así lo hacían, serían recogidos por otra nave. Si no lo hacían, se interpretaría o bien que habían perecido, o que el planeta no era amistoso. Naturalmente, llevaban a bordo un equipo de radio para transmitir sus informaciones.

Por desgracia, a su llegada, la nave y todos sus ocupantes cayeron en un fangal. Los seis hombres de la tripulación salieron y lucharon por llegar a la orilla. A su alrededor vieron un planeta precisamente como era la Tierra, con árboles, hierba, mares, lagos y colinas. Era por completo acogedor; pero carecía de radio. En su lugar, el sitio donde se encontraban disponía de todos los elementos y minerales que en un tiempo tuvo la Tierra. Por eso, les correspondía al equipo fabricar una radio para solicitar que una nave les recogiera. Puesto que no habían podido conservar nada de la nave, resultaba vital hallar los filones adecuados, fabricar calor y energía, válvulas y antenas, y luego dar a conocer su presencia en ese distante país.

En resumen, tuvieron que hacer en un año más o menos lo que la humanidad había realizado desde el Neolítico, pero con la ventaja de saber que el hierro, el vidrio, la electricidad y la radio eran bastante manejables.

En la historia, llegaron a transmitir en el último día de plazo. Se demostró que los nueve kilos de cerebro con los que habían desembarcado, habían resultado suficientes. Mediante la memoria, la razón, la intuición, el esfuerzo, la perspicacia y la desesperación habían explotado todas y cada una de las facetas de la inteligencia de la humanidad exactamente como la humanidad lo había hecho sobre la Tierra. Durante todo el tiempo se habían hablado mutuamente, escrito mensajes, planeado, imaginado y compuesto música. Ninguna otra especie puede empezar a trabajar de esta forma (por lo menos que sepamos), y la historia revivió angustiosamente una gran parte del progreso tecnológico de los últimos siglos.

Todavía queda otro aspecto. Los seis tripulantes eran particularmente capacitados. La mayoría de los que vivimos en la actualidad, sabemos hacer muy pocas cosas desde el punto de vista tecnológico. ¿Cuántos de nosotros saben encontrar carbón, fabricar acero, modelar el vidrio, producir cemento, o —incluso con todas las piezas en la mano— montar una radio? Ésa ha sido la fuerza de la evolución cultural. La humanidad ha realizado todas estas cosas mediante sus hemisferios cerebrales. Luego, la humanidad ha almacenado toda esta información, y la mayoría de hombres y mujeres ha proseguido con otros tipos de vida. Así pues, aprender representa también olvidar, o más bien, dejar de lado. Esta capacidad es tal vez la más asombrosa, y de ahí viene la clara afirmación de Sir Peter Medawar, que requiere una segunda frase: «Aprendemos a hacer los procesos de pensamiento deliberado, instintivos y automáticos, y aprendemos a convertir procesos automáticos e instintivos en el tema del pensamiento discriminativo.» Nosotros aprendemos, y luego desaprendemos a fin de poder aprender algo más.

X. MEMORIA

El hombre difiere de los brutos por la memoria, y ello se debe a que solamente hay recuerdos del hombre

Manuscrito médico del 1380

Lo que podamos colocar en nuestras librerías, no debemos introducirlo en nuestros cerebros

Auguste Forel

Si lo recordáramos todo, estaríamos tan enfermos como si no recordáramos nada

William James

Igual que el sistema nervioso del hombre utiliza el mismo tipo de unidades neurales que una gran parte del resto del reino animal, la memoria tampoco es un atributo únicamente humano. Casi todos los tipos de criaturas, desde el hombre a los sencillos celenterados, han demostrado ser capaces de memorizar. Nadie sugiere que una *hydra* sea capaz de recordar y reconocer a otra *hydra*. En su lugar, una gran parte de la memoria no es más o poco más que una reacción mejorada a un estímulo repetido. En este sentido, un celenterado puede acordarse de evitar una determinada área (desagradable para ellos) o presentar una reacción más aguda a esa área (si se la encuentra repetidamente). Sus impulsos particulares son transmitidos a lo largo de tractos nerviosos específicos; de igual forma sucede, o así se supone, con cada memoria. Se ha demostrado que incluso los protozoos, animales unicelulares, poseen el tipo de memoria más sencillo, básico y ordinario, ya que parece que el aprendizaje también forma parte de sus vidas. Este tipo de beneficio de la experimentación no puede existir sin una forma

de memoria. El aprendizaje, en su forma más sencilla, no es más que la adquisición de un hábito. Cada evento repetitivo tiene un efecto sobre el sistema nervioso que lo registra, y que reacciona ante él.

Por ello, igual que con el sistema nervioso en general, la disposición de la memoria humana no es más que una extensión de disposiciones más simples, pero el avance obtenido es notable. Es como la comparación de un simple cimiento con una ciudad entera. En comparación, las capacidades humanas resultan megalíticas, y de un orden totalmente diferente del correspondiente a los animales. Es casi habitual si no la norma, que los seres humanos menosprecien su memoria individual, como si no pudiera esperarse ningún tipo de perfección; pero la verdad, es que nuestra capacidad de almacenamiento y de recuperación son tan asombrosas como nuestra inteligencia, si no más.

Resulta difícil confeccionar una lista de estos logros, pero cada uno de nosotros debe conocer centenares de caras (incluso aunque no podamos colocarles el nombre correspondiente), miles de lugares, centenares de olores, centenares de melodías. Podemos decir a gran velocidad si hemos visto una determinada película (con sus miles de imágenes), haber oído antes aquel chiste, haber leído aquella historia. Parece que flaqueamos en lo que resulta más fácil, como los números de teléfono, los nombres, fechas, etc. Nos va muy bien con lo que podría parecer lo más difícil, como las caras. Cada persona es (generalmente) una redistribución de las mismas viejas características —el pelo, dos ojos, dos cejas, una nariz, una boca, una barbilla, un color— pero se recuerda mejor cada conjunto que un número de teléfono. Lo mismo ocurre con una habitación, una calle, un cuadro. Incluso identificamos si se ha cambiado algo, aunque podamos sólo con dificultad identificar exactamente qué es lo alterado. Y en la cima de toda esta memoria pasiva se encuentran todos los resultados finales de la experiencia: cómo hablar, cómo comportarse, conducir, cocinar y realizarlo como *Homo sapiens*.

Posiblemente, la recuperación del recuerdo sea aún más

asombrosa. Si la memoria se parece mucho a una biblioteca, ¿cuán superior es el cerebro, que puede casi instantáneamente, traer cada hecho solicitado a la superficie? ¿Ha estado usted antes aquí? No. ¿Es esta su gabardina? No. ¿Te gusta la sandía? Sí. ¿Cuál es el número que sigue a 14.576? Las respuestas llegan a tal velocidad, que podemos fácilmente pensar que la mayor parte del tiempo que se consume en contestar lo lleva abrir la boca para dar la respuesta. ¡Qué magnífico poder afirmar que esta determinada situación es una nueva experiencia! ¡Qué fantástico, ser capaces de saber y saber que uno lo sabe!

El lenguaje en sí mismo, que necesita la localización regular del lenguaje adecuado, es posiblemente aún más asombroso. Una frase particular, un conjunto de catorce palabras, puede ser mucho más rápidamente dicha que escrita. Un hablador rápido utiliza tres palabras por segundo, que se emiten todas en forma lógica, gramatical y significativa. Casi simultáneamente puede estar llegando al oído del que habla, lo que requiere la interpretación de sus sonidos, de modo que pueda pensarse una respuesta adecuada, se pueda traducir a palabras nuevas y pueda pronunciarse. El sistema de localización, a diferencia de un bibliotecario enloquecido hurgando de una fuente a otra, trabaja tranquilamente, en forma eficaz y a un ritmo asombroso. Si se equivoca, produciendo una palabra en lugar de otra, o fallando en la recuperación de una determinada palabra, inmediatamente nos sentimos molestos con nosotros mismos. Por el contrario, deberíamos estar constantemente asombrados de nuestra brillantez. Hablamos, recordamos, describimos, almacenamos y localizamos (casi sin falta alguna), y todo gracias al kilo y medio de materia encajonada en el interior de cada cráneo. O mejor dicho, ya que el cerebro tiene también otras tareas que cumplir (como el pensamiento, el control corporal, la comprensión sensitiva) gracias a la parte del cerebro no todavía ocupada por completo. Nadie sabe la cantidad de tejido cerebral implicado en la memoria, y nadie sabe demasiado acerca de cuáles son las principales áreas implicadas, pero lo extraordinario es que nos estemos regañando a nosotros mismos porque no somos capaces de ponerle el nombre correspondiente en forma instan-

tánea a una cara vista hace por lo menos doce años en un bar.

Aún más notables son los individuos que gozan de una memoria fuera de toda proporción a la forma normal. Se mencionan frecuentemente a Mehmed Ali Halici, de Ankara, que en el año 1967 recitó 6.666 versículos del Corán en el espacio de seis horas; Hideaki Tomoyori, del Japón, que memorizó las primeras 20.000 cifras de π ; Hans von Bülow (mencionado en el primer capítulo), que leyó en una ocasión una sinfonía hasta entonces desconocida para él, y luego la dirigió aquella noche sin partitura; Arturo Toscanini, al que informaron de que el segundo fagot había estropeado la clave para la nota más baja, y tras pensar un momento dijo que no importaba porque «esta nota no sale en el concierto de esta noche»; los Shasa Pollak —memoristas talmúdicos polacos— que podían proporcionar siempre la palabra correcta si se les decía la página, línea y número de palabra del Talmud de Babilonia impreso en la forma tradicional; Ben Jonson, de quien se dice que podía recitar todo lo que había escrito en su vida; Temístocles, que conocía los nombres y caras de los 20.000 atenienses; y Salomón Veniaminoff, el general ruso citado generalmente como S. y cuya memoria era aparentemente total (Luria, el psiquiatra, «tuvo que admitir que la capacidad memorística de S. carecía de límites diferenciados»).

El fenómeno de un almacenamiento tan completo resulta francamente indeseable (lo que se expondrá más tarde), constituyendo un tipo de enfermedad. La memoria necesita a la vez ser eficaz y también ineficaz, una especie de criba a pesar de que este término es utilizado con menosprecio por individuos que se dan cuenta de las imperfecciones de la memoria. El cerebro debe retener el conocimiento y debe liberarlo. Posiblemente, los mejores cerebros son los que disponen de las mejores cribas, tanto los más capacitados para recordar eventos importantes, como más dispuestos a dejar libres los demás. Podemos decir que los memoristas más hábiles, como Halici, Tomoyori y todos los demás, están menos capacitados que el resto de nosotros. Nosotros podemos olvidar. Pero también podemos recordar durante cien años, en el supuesto que podamos vivir tanto

tiempo. Y hacemos todo esto, aprender, olvidar, recordar durante toda la vida, el almacenamiento regular de nuevos acontecimientos, con una masa de tejido neural que mide aproximadamente el tamaño de nuestros puños. Los computadores tienen todavía mucho que aprender sobre microprocesado.

Comprensión de la memoria Lo menos que se puede decir es que la comprensión de la memoria está mal entendida. En el año 1949, R. W. Gerard, escribiendo en el *American Journal of Psychiatry*, comentó que nuestra comprensión de la memoria «seguiría siendo tan válida y útil, aunque, por todo lo que sabemos, el cráneo estuviera relleno de algodón». Los espíritus desesperados tal vez estarían de acuerdo con él hoy en día. La falta de comprensión no implica una escasez de teorías. Por el contrario, como siempre proliferan como la mala hierba cuando nada más puede crecer. Para resumir, existen teorías neurales (que sugieren que las células cerebrales cambian anatómicamente como resultado de la experiencia), teorías eléctricas (que sugieren la existencia de cambios en el campo eléctrico) y teorías bioquímicas (que sugieren cambios en las células en su estructura molecular). También existen otras teorías que incluyen parcialmente cada una de estas tres.

Tal vez una definición constituya un buen punto de partida. Según el pequeño y excelente diccionario de Chris Evans (sobre el cerebro, la mente y el comportamiento), la memoria es «esencialmente la propiedad, compartida por un gran número de organismos vivos, de almacenar información sobre experiencias pasadas, de modo que éstas pueden ser realizadas más tarde a fin de mejorar las posibilidades de supervivencia del animal». Por ello, la información almacenada mediante el proceso de aprendizaje, se recuerda mediante el proceso de recuperación, de forma que la memoria es la información ya almacenada. Estas afirmaciones pueden parecer simplistas —o son simplistas— pero también lo es comprender la triple naturaleza de la memoria. (Algunos hablan de las tres R de la memoria: registro, retención y recuerdo.) Cualquier teoría, tanto si es anatómica, eléctrica o bioquímica, tiene que explicar cómo

se adquiere la memoria, cómo se mantiene, y cómo es traída a la superficie cuando se necesita. Y a esa velocidad. Y en forma tan correcta, con ese aplomo. «Hola, Pepe —decimos—, no te he visto desde hace seis años. ¿Cómo está Maribel, y los dos niños, y tus proyectos de ingeniería, y cómo siguen por tu tierra?» ¡Qué habilidad para salir adelante con todos estos datos, simplemente porque un conjunto determinado de ojos, cejas, nariz y boca ha surgido repentinamente de la multitud!

Platón comparaba la memoria a una tablilla de cera: «Sometemos la cera a las percepciones y los pensamientos y en ella se imprime su recepción... nosotros recordamos y sabemos lo que está impreso mientras dura la imagen.» Nadie habla en la actualidad de estas impresiones —la analogía es posiblemente demasiado intensa o demasiado primitiva— pero los términos modernos no van realmente más allá de la descripción de Platón, hace ya 2.350 años. Dicho en otras palabras, la impronta de la memoria, o el registro sináptico o en el engrama bioquímico no son mucho más que la cera, sino palabras que reflejan el prejuicio o el entusiasmo de sus usuarios por una solución bioquímica o eléctrica del problema. Hace treinta años, después de una llamarada de entusiasmo para explicar la memoria, un estudioso del tema (B. R. Gomulick) escribió que las treinta teorías diferentes del siglo XX «presentan todas serios inconvenientes y demuestran una falta de acuerdo, no solamente acerca del problema en su conjunto, sino en cada uno de sus aspectos». B. D. Burns, que escribió unos años más tarde *The Mammalian Cerebral Cortex*, dijo que nadie había experimentado «un éxito brutal». Los autores modernos podrían sentirse tentados de reiterar estas antiguas teorías cuando revisen las actuales nociones sobre el tema.

Las teorías. Dieron un salto hacia delante en el primer año del siglo actual, cuando G. E. Müller y A. Pilzecker publicaron en Alemania su hipótesis de que la memoria apareció en dos estadios. En la actualidad nadie niega este concepto, a excepción de los que insisten en la posibilidad de que son tres (o más) estadios; e incluso el ciudadano de a pie se siente satisfecho con

ello. Existe una franca diferencia entre saber lo que uno acaba de decir —una frase, un número— y saber un hecho vital, un cumpleaños ó 1.066. Uno es efímero, fugaz; el otro, permanente, fijo, sólido, bueno, al parecer por lo menos.

En 1949, el psicólogo Donald Hebb avanzó la idea de los dos estadios, algunos autores están convencidos que la ciencia moderna de la memoria comenzó entonces. En la fase uno, la actividad eléctrica, vulnerable e impermanente, mantiene el recuerdo en su lugar. En la fase dos, hay ya algún cambio estructural, que tal vez afecta a la síntesis proteica, a fin de retener el recuerdo de forma más segura. A pesar de que la sugerencia de Hebb fue bien acogida, desgraciadamente provocó que otros investigadores buscaran soluciones rápidas al problema. Sometiendo cerebros a shock eléctricos, confiaban en bloquear recuerdos ligados a la actividad eléctrica. De modo semejante, parcheando con la síntesis proteica (y utilizando por ejemplo, inhibidores) confiaban en evitar la memoria a largo plazo, que asociaban a los cambios estructurales. Por desgracia, estos procedimientos resultaban demasiado amplios. El trastorno del cerebro sometándolo a shock, o a una dieta con menos proteínas, o a un intenso frío (también se utilizó la hipotermia) o cualquier otro tratamiento violento resulta extraordinariamente brutal. Los computadores también utilizan la electricidad, pero nadie aprendería nada de su funcionamiento lanzándoles un torrente de voltios. Quedó muy claro que todas estas formas de experimentación eran demasiado severas.

El siguiente enfoque sólo resultó ligeramente menos crudo. Se utilizó todo tipo de fármacos en un intento de modificar las dos fases del proceso de la memorización. Al comprobar este trabajo, *The Lancet* confeccionó una lista: «Litio, codeína, endorfinas, inhibidores de la fosfodiesterasa, derivados del cornezuelo, vasodilatadores, benzodiacepinas, algunos estimulantes centrales, anisomicina, colchicina, vinblastina y marihuana». Este amplio listado entra de lleno y sin ninguna mala fe en el esfuerzo de un alquimista trabajando tranquilamente entre sus estanterías, y confiando en que la suerte y la mezcla adecuada le podrían producir la piedra filosofal. O el caso de Thomas Edison,

probando cualquier cosa (incluso un cabello de su esposa) que sirviera de filamento de larga duración en su lámpara de incandescencia.

El último enfoque —si es que es posible generalizar de entre la gran cantidad de ellos— consiste en ser más específico, tanto en el tipo de fármacos como en el área bajo investigación. Por ejemplo, por citar los estudios realizados en la Universidad de Sussex, el equipo intentó «interferir el funcionamiento normal sólo de una zona discreta del cerebro». Entonces, «seleccionando fármacos con mecanismos de acción conocidos... hemos podido utilizar experiencias de comportamiento a fin de separar las tres fases diferentes de la formación de la memoria». Se trata de un «incremento en la conductancia para el potasio», la «actividad de la bomba de sodio» y algún tipo de «síntesis proteica». En otras palabras, se modificaron las diversas neuronas implicadas en la experiencia del aprendizaje, en parte físicamente y en parte bioquímicamente. Mientras se repita la misma experiencia, o este grupo particular de neuronas se reactive de alguna forma siguiendo la misma vía (pensando tal vez más allá de la experiencia), las dos primeras fases pueden convertirse en la tercera y más permanente de las fases. No obstante, respecto a este último punto, aún nos hallamos muy al principio, como subrayaron los investigadores de Sussex: «Aún no podemos formular sugerencias a partir de nuestros estudios, acerca de cómo la síntesis proteica retiene la huella.»

En este momento, tal vez sea útil insistir en el papel fundamental que desempeña la memoria. A menudo se menciona la capacidad de memorizar, como un tipo de función extra, como si se tratase del estómago, el gusto o el habla. Es posible imaginar al hombre sin estos atributos, ya que podría vivir más o menos como la gente ordinaria, comiendo de otra forma (menos cantidad cada vez, pero más frecuentemente), y comunicándose de otra manera (mediante signos, gestos y palabras escritas); pero una persona sin la memoria es una clase de ser humano totalmente diferente. En realidad, se ha equiparado la memoria a la consciencia, ya que es una parte intrínseca de la inteligencia, del aprendizaje, de la vivencia. No es una ca-

racterística extra, sino una característica integral del sistema nervioso, una propiedad absolutamente básica. Hablar de la memoria es hablar de los nervios, de por qué son como son. Por ello, esperar una solución rápida es imaginar que toda la neurología será desvelada. Es posible que ello llegue un día, pero todavía no. El sistema nervioso —y su memoria— tendrá que esperar un poco más.

Y no obstante, se registra un avance. Una de sus formas, igual que en cualquier área del saber, se produce cuando la certeza previa se sustituye por la incertidumbre. Por ejemplo, hasta la década de 1960, se creía profundamente que la base de la memoria estaba formada por impresiones eléctricas, cambiando la polaridad cuando el circuito se ponía en marcha. Estos patrones fueron llamados engramas, siendo el más diligente investigador de engramas el neuropsicólogo Karl Lashley. Sus animales de experimentación fueron ratas, y después de entrenarlas para realizar determinadas tareas, proseguía destruyendo su corteza con el objetivo de eliminar la importante memoria. Se eliminaron varios trozos de cerebro, pero la memoria se mantenía. Luchó con el problema durante décadas; en realidad durante la mayor parte de su vida. En definitiva, y en palabras destinadas a obtener simpatía hasta del lector menos entusiasta, declaró: «La conclusión obligada es que el aprendizaje no es posible en absoluto.» La obra de su vida consistió en un largo avance desde la certeza a su posición totalmente opuesta. Y sin embargo, ha habido progreso, de tipo depresivo.

Aparte del progreso regular a nivel bioquímico y molecular, existen descubrimientos a lo que podríamos llamar el macronivel. Por ejemplo, se ha sabido que la estimulación eléctrica de la parte expuesta de la superficie del cerebro humano puede provocar la aparición de recuerdos perdidos hace mucho tiempo (especialmente en pacientes epilépticos). Los lóbulos temporales son los más adecuados para conjurar el pasado de esta forma; asimismo también el hemisferio secundario (opuesto al dominante). Otro hecho observado es que, cuando la comisura rectomía crea efectivamente un cerebro escindido en dos partes, permite que cada una de las mitades recuerde sus temas

de interés, sobre todo elementos verbales y numéricos en el hemisferio izquierdo, y elementos espaciales y musicales en el derecho. (Véase pág. 170 y sigs. sobre comisurectomía en general.) El bisturí del cirujano ha contribuido también a la ampliación de conocimientos cuando ha efectuado su operación a través del hipocampo. Esta pequeña sustancia nerviosa yace profundamente en el cerebro (y con forma de caballo de mar) se creía inicialmente que estaba relacionada únicamente con el sentido del olfato. Y sin embargo, su eliminación (o mejor la de los dos hipocampos de ambos lados) conduce a una supresión casi total de la creación de nuevos recuerdos. Los antiguos se mantienen, pero las nuevas experiencias no pueden ser trasladadas a la nueva memoria. Por ejemplo, la muerte de un amigo provocará tristeza, pero no será de larga duración. Un recordatorio del hecho provocará de nuevo un sentimiento de tristeza, que volverá a desaparecer rápidamente.

A lo mejor obtendremos una mejor comprensión de la memoria gracias a ambos tipos de trabajo, el macro y el micro. Posiblemente también, nadie puede prever cuál de los dos resultará más revelador. O tal vez las soluciones surjan incluso de otra fuente, la ausencia completa de memoria. En estos tiempos propensos a los accidentes, esto ocurre con bastante frecuencia y resulta revelador en su estilo.

Amnesia. A menudo, la amnesia acompaña a la inconsciencia tras un golpe en la cabeza y, de los dos, el grado de amnesia puede constituir el mejor indicador de lesión interna. Su nombre proviene del vocablo griego para olvido, y esta forma de ausencia de memoria puede aparecer tanto antes como después del accidente. Se la conoce como amnesia retrógrada (AR), o amnesia postraumática (APT); de ambas, la APT resulta más significativa en términos de comprobación de lesión interna. Generalmente, un accidente abarca un poco de ambas formas, un período de vacío que conduce al trauma, y una falta de memoria similar después del mismo. Se acepta que existe APT hasta que ha vuelto la consciencia total y sostenida. Pueden ocurrir los llamados islotes de consciencia, que son interrum-

pidos por períodos de recaída. Solamente el retorno completo de la memoria y el de la consciencia —ambos son difíciles sino imposibles de separar— señalan el final de la APT.

Como ya hemos mencionado en el capítulo de la inconsciencia, una herida de bala en la cabeza puede resultar menos perjudicial que un golpe de boxeo, en el que la víctima ni siquiera caiga al suelo. El famoso Phineas Gage no perdió ni la consciencia ni la memoria cuando la varilla metálica le atravesó el cráneo. En un estudio efectuado acerca de heridas de guerra penetrantes, el 25 % de supervivientes no experimentaron amnesia. Otro 20 % de este mismo estudio sí que sufrió amnesia, pero por un tiempo inferior a una hora. En comparación, muchas veces un golpecito ligero en la cabeza puede ocasionar una APT durante varias horas, sin afectar mayormente a nadie. El cerebro es particularmente susceptible de una repentina aceleración; asimismo, también cualquier caso que ocurra durante las fases precoces de la memoria.

El electroshock también puede provocar ambos tipos de pérdida de memoria. Según la gravedad de la lesión, la amnesia puede durar minutos, horas o días. Cuanto más prolongado es el tiempo de la APT, mayor gravedad reviste, por utilizar el término médico, la lesión craneal cerrada. De hecho, la APT proporciona la «forma más fiable de determinación» de lo que está ocurriendo interiormente, según un libro de patología nerviosa. Por supuesto, puede realizarse una inspección externa de una herida abierta, como las de bala; en este caso no es tan necesario disponer de guías secundarias como la amnesia. Naturalmente también de nada sirve conocer el grado de AR hasta que el individuo inconsciente pueda revelar qué cuantía de su memoria previa ha perdido.

Aún es totalmente desconocido qué es lo que ha sido trastornado en un accidente para impedir que la memoria funcione normalmente. El hecho de que la memoria anterior quede borrada y el otro hecho de que los recuerdos posteriores al accidente queden impedidos por algún tiempo no están necesariamente correlacionados. La aceleración repentina puede ser la causa de ambos, pero pueden estar implicados diferentes tras-

tornos en el borramiento de recuerdos desde una hora antes del accidente, un minuto antes del mismo o un minuto o una hora después del accidente. La creación de un recuerdo no parece implicar únicamente un proceso. Por ello la prevención de esta creación es probablemente de un amplio espectro del mismo modo que el trastorno tampoco es único.

La pérdida de la memoria puede ser en general provocada por diversas enfermedades, como deficiencias nutricionales, demencia alcohólica, demencia multiinfarto (numerosos ictus pequeños), depresión e infección. La capacidad de memoria se reduce también con la edad, pero los avances de la edad constituyen una buena excusa para una memoria que siempre ha estado lejos de ser perfecta. Cuando los psicólogos hablan de pérdida de memoria, raras veces se refieren al declive ordinario. Por ejemplo, un amnésico grave puede alcanzar puntuaciones razonables en un test de inteligencia, y ser incapaz de referirse a algo pasado o futuro. Incluso acontecimientos presentes no pueden ser recordados. El llamado síndrome amnésico ocasiona una pérdida de toda la memoria a excepción de la de corto plazo. En esta afección existe a la vez amnesia retrógrada (pérdida de memoria de los eventos anteriores) y amnesia anterógrada (pérdida de memoria para los hechos ocurridos después de su instauración). Estos individuos pueden encontrarse perdidos incluso en su propia casa. Los recuerdos personales normales pueden a veces parecer inadecuados, pero se hallan raras veces en esta clase.

Existe también la llamada amnesia parcial. En una conferencia de la Fundación Ciba, que tuvo lugar en el año 1969 se hizo referencia a un individuo cuya comprensión de lo abstracto era muy superior a la de términos más concretos. No está claro si se trataba de una deficiencia unilateral en algún aspecto de la memoria o una función mental diferente, pero el resultado era llamativo. Cuando se le rogó que definiera los términos herrero, perro y macarrones, sus tres respuestas fueron «lo he olvidado», «un animal» y «ni idea». Cuando se le rogó que definiera espíritu, opinión y perjurio, las respuestas mostraron un nivel muy diferente: «elemento interior básico», «te-

ner una idea propia» y «gente que se comporta de manera perjudicial diciendo cosas que no son ciertas».

La posesión de la memoria total se encuentra en el otro extremo de la escala de la amnesia y del olvido. Se dice a menudo que los memoriones teatrales poseen esta capacidad, pero puede ocurrir que no pasen simplemente de tener buena memoria. Un individuo del que se decía que poseía una «mente como un magnetófono» era John Dean, una de las figuras centrales en el asunto del Watergate en Washington. Cuando se hicieron públicas las famosas cintas magnetofónicas registradas por el presidente Nixon, se descubrió que los recuerdos de Dean, aunque buenos en líneas generales, eran inexactos en los detalles y se inclinaban a favor de Dean. No obstante, existen otros individuos, como el ruso Salomon Veniaminoff ya mencionado, que no se encuentran exactamente a un extremo de la escala humana normal. A su manera son gigantes, y lo mismo que los gigantes de estatura, son aberrantes y no pertenecen a la masa corriente.

S., como se le conoce normalmente, se hizo periodista durante la década de 1920. Durante las sesiones de instrucción no tomaba nunca notas, por lo que se le reprendió al principio. Luego se descubrió que en realidad las notas no eran necesarias, porque S. se acordaba de todo. El profesor Alexander Luria, mencionado ya en este libro por su interés en el herido de guerra Zasetsky, estudió inmediatamente al joven S. y comprendió que su memoria era virtualmente perfecta. También resultaba adaptable en que, por ejemplo, podía eliminar el dolor. S. formaba una imagen del dolor en su mente, y entonces obligaba al dolor a desaparecer de su vista, forzando de esta manera al dolor verdadero a desaparecer también. Podía elevar su propia temperatura imaginando que se trasladaba a un lugar caluroso. Igualmente podía enfriarse, pensando que se encontraba en el Ártico. Desgraciadamente, el don de una memoria tan privilegiada no siempre le resultó beneficioso. No todo desaparecía, por más que quisiera. Comenzó a preocuparse cada vez más de su memoria y este grave problema se fue agravando progresivamente cada día,

como describe en detalle Luria en su libro *La Mente de un Mnemónico*. A los demás les resulta imposible imaginar una memoria casi perfecta. A S. le resultó imposible liberarse de ella. Como dijo William James: «Si lo recordáramos todo, estaríamos tan enfermos como si no recordáramos nada.» De alguna manera, la mente de S., según un libro que exponía el caso, «se había encarrilado en un camino en el que su memoria funcionaba, y funcionó sencillamente toda su vida de esa manera».

Un colaborador de Luria, Pyotr Anokhin, quedó también sorprendido por los logros de S., que le ayudaron a formular ideas sobre el potencial cerebral. Si S. era capaz de estas maravillas, tropezando casualmente con nuevas técnicas, ¿qué pasaría con nuevas posibilidades? Anokhin escribió: «No existe todavía ningún hombre que pueda utilizar todo el potencial de su cerebro. Ésta es la razón por la que nosotros no aceptamos ninguna estimación pesimista acerca de los límites del cerebro humano. Éste es ilimitado.» Casi parecería, recordando la desventura de S., que la mente humana normal impusiera limitaciones acerca de su propia capacidad. Es demasiado inteligente para su propio bien. O, como dijo Arthur Koestler: «Al crear el cerebro humano, la evolución ha rebasado con creces la marca.»

Algunos otros puntos proporcionan una conclusión, destacando otras áreas de ignorancia en materia de memoria. Se solía decir, especialmente los psicoanalistas, que todo se recuerda, con individualidades que, bien suprimen los hechos desagradables o dejan deliberadamente de recordarlos. En la actualidad, este concepto resulta menos aceptable, debido sobre todo a la exigencia vital que representa el olvidar o incluso el no enterarse. La memoria debe ser defectuosa para ser eficaz. En segundo lugar, cuando falla una parte de la memoria resulta difícil saber si es debido a que el aprendizaje original fue defectuoso, o el almacenamiento fue erróneo o lo fue la rememoración. ¿Cuál es la capital del Perú? pregunta alguien. Probablemente todos lo hayamos aprendido en nuestro tiempo, pero aquellos de entre nosotros que no pueden recordarlo, no sa-

ben si lo que falla es la rememoración, el almacenamiento o el aprendizaje.

Los ancianos padecen de mala memoria, o eso es lo que ellos dicen. Otros opinan que lo que les ocurre es que tienen una mala recuperación, no mala memoria. En un estudio realizado en Canadá, que incluyó individuos cuyas edades oscilaban entre veinte y setenta y cinco años, se proyectaban como fogonazos veinticuatro palabras sobre una pantalla, antes de pedir a los sujetos que recordaran qué palabras habían sido utilizadas, y si recordaban cuando eran enseñadas en medio de otras palabras. La primera parte —de recuerdo simple, la llevaron a cabo peor los de más edad, de modo regular. La segunda parte —reconocer cuando una de las veinticuatro era mostrada de nuevo— fue realizada de igual forma por jóvenes y mayores. Por ello, la rememoración era el fallo de los mayores, y muchas personas mayores —digamos, que pasen de los veintitún años— no conseguirán recordar un nombre, un hecho, una fecha, hasta que alguien más se lo recuerde. Todos los afectados sueltan entonces rápidamente la respuesta. Exclaman con voz alta que ya lo sabían todo el rato. Lo que ha fallado es su recuperación, no su memoria.

Existe también el misterio de la presencia de la memoria. Por el momento no es posible comprobar ni su permanencia ni su desaparición, debido en parte a que la revisión desempeña un papel muy importante. O bien traemos un hecho hasta la superficie, lo que nos ayuda a recordarlo de nuevo, o alguien nos lo recuerda. Lo más probable es que frecuentemente cometamos errores acerca de nuestras seguridades. El testimonio de personas, dado de buena fe y con una convicción absoluta, ha resultado falso una y otra vez. Experimentos consistentes en falsos ataques a bancos han provocado todo tipo de falsas identificaciones. Y todos nosotros, si somos sinceros, debemos reconocer que numerosos recuerdos, por los que habríamos puesto la mano en el fuego, se han demostrado falsos cuando se han confrontado a los hechos.

El punto casi más crucial de este capítulo es la importancia del olvido. Resulta importante para los individuos, pero también

para las comunidades. Como dijo en una ocasión Sir Ieuan Maddock, un científico británico: «Todos los desarrollos... necesitan un espacio de tiempo entre “aprender” y “olvidar”.» O como el comentarista político Harold Laski lo describió en una generación anterior: «En política, mientras hay muerte, hay esperanza.»

XI. LOS SENTIDOS

Lo que percibimos proviene tanto del interior de nuestra cabeza como del mundo exterior

William James

Tal vez resulte más fácil decir lo que el sistema sensitivo no es, que decir lo que es. No se trata únicamente de una serie de cinco sentidos, o incluso de seis. No nos proporciona una imagen auténtica del mundo exterior. Puede ser engañado fácilmente. Toda sensación está ligada a la percepción, a la interpretación (igual que se dice que todos los hechos hablan a través de un intérprete, el mismo que los utiliza). Como ha escrito Vernon B. Mountcastle: «Cada uno de nosotros cree que vive directamente en el mundo que le rodea, que siente sus objetos y eventos en forma precisa, que vive en un tiempo real y actual. Yo afirmo que se trata de ilusiones de la percepción...» Resumiendo, la sensación es una abstracción, no una réplica, del mundo real.

Aristóteles fue el máximo responsable de fosilizar el concepto de los cinco sentidos: vista, oído, olfato, gusto y tacto. ¿Es que nunca apreció la diferencia de tamaño entre dos monedas en su bolsillo, y con ello la propiocepción? ¿O no se dio cuenta de que apreciar una temperatura es diferente de la presión o del tacto? Sólo en la piel existen cinco tipos diferentes de terminaciones nerviosas. El dolor es una de estas sensaciones, ya que no un sentido estrictamente. Podemos percibir si nos estamos cayendo, si la vejiga está llena o si la sed y el hambre son intensas. Estas últimas, puede que no midan el mundo exterior, pero son sensaciones. Tampoco, como reconoció Isaac

Newton, los rayos de luz que disgregaba un prisma no se coloreaban. Se convertían en una forma de energía que interactúa con los pigmentos del ojo, induciendo al cerebro a interpretar las diversas energías como colores diferentes. Esta importantísima sensación de la percepción de los colores es, por lo tanto, un fenómeno que (en parte) modelamos para nosotros mismos.

También resulta posible estar equivocado acerca de la palabra sensación. Implica una consciencia de la percepción, pero la mayoría de sensaciones se recibe (y se realiza) de forma totalmente subconsciente. Un ejemplo es el estar de pie. La propiocepción es la auto-percepción por el cuerpo de la situación y acción de sus miembros y músculos. Nos mantiene en posición erecta, nos deja recoger un objeto, y desde luego, le hubiera permitido saber a un antiguo griego si lo que tenía en el bolsillo de su túnica era una dracma o media dracma. Como todos los sentidos pueden ser engañados, cada sensación puede, por lo tanto, ser falsa. Visualmente, podemos ser engañados por toda una serie de ilusiones ópticas. En cuanto al oído, podemos equivocarnos de la misma forma. Lo mismo ocurre con la piel, llamada por el anatomista Wood Jones el «sistema nervioso externo». Si metemos la mano en agua caliente y luego la pasamos a agua tibia, ésta nos parece relativamente fría. Si a continuación la metemos en agua fría, y la pasamos al mismo recipiente de agua tibia, esta vez nos parecerá más caliente que antes. También existen sensaciones fantasmas (de las que hablaremos más tarde) en miembros y mamas que han sido amputados.

Como último punto para la introducción, el sistema sensorial humano sugiere con alguna fatalidad que nos está proporcionando un registro completo de los eventos de nuestro medio externo. Un estudio realizado en animales nos convencería rápidamente de lo contrario. Muchos de ellos pueden ver mejor en los dos extremos del espectro luminoso, el ultravioleta y el infrarrojo. En el caso de determinadas fuentes de olor, la nariz de un perro resulta un millón de veces más sensible que la de una persona. De alguna forma, el salmón vuelve a descu-

brir el río donde nació. Los pájaros pueden sobrevolar el océano, utilizando el magnetismo como guía para sus desplazamientos. Algunos invertebrados parecen capaces de detectar radiaciones nucleares. La vista de los halcones y águilas nos hacen avergonzar de la nuestra y la de las lechuzas es todavía mejor. Las gambas reconocen la profundidad con una precisión de un centímetro. Los murciélagos y los delfines, entre otros, utilizan el eco con extraordinaria habilidad. Las lombrices resultan muy sensibles a los terremotos. Y algunas mariposas pueden olfatear a otra a casi dos kilómetros de distancia.

En comparación, la humanidad parece virtualmente insensible, viendo bastante (especialmente si se mueve), oyendo un poco, olfateándolo todo difícilmente (a menos que embuta su sistema nasal dentro de la rosa), gustando aún menos, tocando bastante bien (aunque mucho mejor si elimina toda la piel muerta), detectando pésimamente la temperatura, sin tener ni idea de magnetismo o de radiaciones, y en general enredándose por el entorno. Prácticamente cualquier animal se da cuenta mejor que el hombre de que está sobre la faz de la tierra. Las aves y los mamíferos han visto, oído u olfateado al hombre llegando desde una era anterior. Incluso el mosquito sabe cómo encontrarle, aunque muchas personas no puedan encontrarlo. (En una ocasión me senté sobre el tronco de un árbol caído, mondo y lirondo en Brasil central. No había transcurrido un minuto, cuando una serie de garrapatas avanzaban desde los dos extremos hacia mí, perfectamente conocedoras de que la abundancia había llegado a su región.)

El sistema sensorial del hombre puede en ocasiones parecer patético o inadecuado, pero constituye su único medio de conocer el mundo exterior por vía directa, su luz, su calor, fuerza y composición química. Todo lo demás es una indiferencia lógica. Colin Blakemore definió la realidad como «lo que resulta biológicamente necesario que detecte un animal determinado». El hombre se encuentra mejor que los demás en la inferencia lógica. Por ello, cabría esperar que como consecuencia, las necesidades sensoriales hubieran disminuido hasta desaparecer. No obstante, existen, siendo la vista la mejor de todas ellas.

Vista. La visión, desde el punto de vista de una máquina fotográfica, es sencilla. Una lente enfoca el mundo tridimensional sobre una superficie bidimensional. La imagen puede ser menor, invertida o incluso distorsionada, pero aún se parece al objeto original. La visión humana carece de esa sencillez. La lente existente en cada uno de los ojos proyecta su imagen en la retina, pero esta parte de sistema no puede ver más que lo que puede ver una máquina fotográfica. Toda la visión, la interpretación de los impulsos eléctricos que corren a lo largo del nervio óptico, es realizada por el cerebro, o mejor dicho (en gran medida) por la corteza visual de los lóbulos occipitales situados en la parte posterior del cerebro. La información de la retina, inicialmente directa, se contorsiona confusamente en su trayecto hasta la corteza. Allí, las neuronas deben desenmarañarla, darle un sentido, y confeccionar para cada uno de nosotros una imagen aparentemente tridimensional. El cuadro, efectivamente, debe ser reconstruido. Otra confusión, y hay muchas más, es la de que cada lóbulo occipital, tan separado de su otra mitad (ya que el cerebro es casi un órgano dividido en dos partes), recibe información de ambos ojos, pero en realidad, solamente la mitad derecha del campo visual va a parar al lóbulo izquierdo y viceversa.

La corteza cerebral humana, descrita por el neurólogo John C. Eccles como dotada de un «nivel de complejidad, dinámica complejidad muchísimo mayor que todo lo que ha sido descubierto nunca en el Universo», es la auténtica responsable de la brillantez de la humanidad. Contiene cerca de cien mil neuronas por milímetro cuadrado de su superficie. Por lo tanto, si su superficie se extendiese y alisase sería de 1.350 centímetros cuadrados, podríamos decir que la corteza en su conjunto contiene alrededor de diez mil millones de células nerviosas. Solamente una parte de esta corteza está implicada en la visión, aproximadamente una noventa parte del total, ó 15 centímetros cuadrados, lo que representa —aceptando que la distribución de neuronas sea regular— una cifra de cien millones de neuronas para ver cosas. (En un artículo aparecido en el año 1963 en *Scientific American*, se atribuyó inadvertidamente una super-

ficie de veinte pies cuadrados a la corteza cerebral. Un anatomista de Toronto le replicó rápidamente: «Deben ser 1,5 pies cuadrados, eso es por lo menos lo que suelen tener los canadienses.»)

Aproximadamente hay un millón de fibras nerviosas que envían la información de cada ojo a la corteza visual. Cada axón de este haz procede directamente de la retina, pero no directamente de su área fotosensible. Otras células han recogido y registrado la información óptica y la han transmitido a las células del nervio óptico. Algunos de estos haces se desvían hacia los núcleos geniculados laterales, un grupo de células situadas profundamente en el interior del cerebro. De estos núcleos, uno a cada lado (o hemisferio), otras células pasan la información al llamado córtex visual primario. Se denomina primario porque la información que recibe la vuelve a pasar de nuevo a otras células mediante las sinapsis, luego a otras áreas de la corteza, y aún a otras regiones del cerebro, e incluso en parte, de retorno a los núcleos geniculados laterales.

Por ello, si recordamos el millón de fibras que llevan de todas las células retinianas a los cien millones de neuronas de la corteza visual primaria, sin olvidar el desvío, en su encaminamiento, o que la corteza visual sólo es el primer estadio en el manejo cerebral de la información óptica, no resulta sorprendente que toda la trama aún no haya sido totalmente descifrada. Como escribieron David H. Hubel y Torsten N. Wiesel, colaboradores durante veinte años en la investigación de la visión, en una revisión publicada en el año 1979: «La comprensión de este gran e indispensable órgano es aún lastimosamente deficiente.»

En los años transcurridos desde entonces, se han producido posiblemente más avances que en todos los años anteriores, con respecto al mapeo, a la comprensión de cómo el cerebro enfoca el problema de la visión, cómo los grupos de neuronas poseen determinadas tareas, cómo una simple línea vista por el ojo se convierte en una serie de parches regularmente distribuidos en el interior de la corteza. Puede parecer una especie de desorden cuando se intenta investigar inicialmente el

número de neuronas, de sinapsis y de interconexiones, pero en cambio todo está en orden y los investigadores están en el buen camino sobre el proceso utilizado. Incluso se cuenta con la posibilidad de que la visión, cuando haya sido efectivamente desvelada, proporcione los datos necesarios para la comprensión de problemas mayores, tales como la memoria, la recuperación, el aprendizaje y el pensamiento. Por lo menos, la vista puede comenzar con algo sencillo, como una línea recta colocada delante de un solo ojo. Si es posible seguirla —y eso se ha conseguido— podrá detectarse algo mucho más complejo como una cara, o el recuerdo de esa cara.

Recientemente se han realizado numerosos estudios sobre la estereopsis. Su nombre proviene de la palabra griega que significa visión sólida, y es la capacidad de ver en profundidad. Necesita dos puntos de vista, como los dos ojos, que se enfocan hacia el mismo objeto, pero de repente, surge la paradoja. En primer lugar, tanto el hombre como los animales pueden apreciar bien la distancia sólo con un ojo. Por ejemplo, ha habido jugadores de críquet muy capaces con vista monocular. Incluso los individuos que tienen normalmente visión binocular, cuando tapan un ojo pueden caminar sin tropezar inmediatamente con todos los muebles. Y la apreciación de una distancia en línea recta —¿a qué distancia está esa persona, esa caja de tamaño desconocido, aquella piedra?— puede hacerse también con bastante rigor solamente con un ojo. Aparte de esto, cerca de una persona de cada cincuenta ve sólo con un ojo; los dos ojos de los que dispone no coordinan correctamente (estas personas pueden incluso no haber advertido su defecto, hasta que un oftalmólogo se lo dice). Se ha dicho que la principal ventaja evolucionista de disponer de dos ojos, lo que sin duda habría confirmado el Cíclope, es que si se pierde uno, queda el otro. Por ello, la segunda parte del asunto es una continuación de la primera: si un solo ojo ya puede apreciar una distancia, ¿qué otro sistema se utiliza que permite que dos ojos aprecien mejor?

El estudio que puede proporcionar una respuesta dio comienzo hace 150 años, cuando Charles Wheatstone (cuyo puen-

te para medir resistencia es un viejo conocido en las aulas de física) inventó el primer estereoscopio del mundo. Ello permitía que cada ojo viera un dibujo ligeramente diferente, con lo que obtenía la sensación de profundidad. El estudio comprende lo que actualmente se conoce como estereogramas aleatorios de puntos. Si se modifica parte del diseño aleatorio, el cerebro puede ser forzado a creer que una parte está más cerca o más lejos del ojo. El interés de este trabajo reside principalmente en la falta de otras claves para la definición de la distancia. Normalmente, el sistema visual humano utiliza todo lo que tiene a su alcance para juzgar la distancia, como la paralaje de un movimiento de la cabeza, ya que una cabeza en movimiento es mejor que una estática, sobre todo si sólo se utiliza un ojo. Los puntos aleatorios no proporcionan estas claves, pero resultan tan eficaces como el estereoscopio de Wheatstone.

El hecho más asombroso acerca de la visión humana no es que la distancia pueda ser estimada, sino que pueda ser estimada correctamente y sin dudas, incluso aunque no se disponga de otras líneas de referencia. Si una alfombra tiene un dibujo idéntico, que se repite con frecuencia, y si la alfombra ocupa todo el campo de visión del observador, aún es posible estimar la distancia. Cada dibujo de la alfombra es visto correctamente por ambos ojos, y la información recogida por un ojo concuerda perfectamente con la información del otro. Con los puntos aleatorios ocurre lo mismo. El cerebro no dispone de nada sensible sobre qué apoyar sus focos y su interés, pero funciona con la misma eficacia como cuando se enfrenta a cualquier escena normal. John P. Frisby, en su obra *Seeing With Two Eyes*, ha llamado a la comprensión de esta capacidad «el desafío teórico central al que se enfrenta la investigación actual sobre estereopsis». Y podría haber añadido, que la estereopsis ha recibido en los últimos años todo el esfuerzo realizado en investigación acerca del primer sistema sensorial humano, la visión.

Tan hábil resulta la estereopsis humana, que incluso se ha hecho la sugerencia de que no se desarrolló primariamente como una ayuda para apreciar las distancias. Los puntos aleatorios constituyeron un estímulo a este fin, ya que carecen de for-

ma. ¿En qué lugar de la naturaleza existe un disfraz semejante, excepto en el camuflaje? El cerebro resulta habilísimo en descubrir una forma cuando se han utilizado todos los trucos posibles para despistarle. El tigre puede ver a través de la vegetación; puede observarse a la mariposa pegada a la corteza del árbol. En comparación con esto, juzgar una distancia se convierte en un juego de niños; hasta un solo ojo puede hacerlo. Ver lo oscuro es mucho más difícil, ya que necesita dos buenos ojos y un excelente cerebro. Ambas estimas de distancia y de detección son útiles para la supervivencia, y posiblemente la detección es la más importante.

La ceguera de colores puede hacer mejores entomólogos, ya que así están menos distraídos por ellos, y pueden buscar con más empeño las formas y distinguirlas entre el camuflaje. Esto puede contribuir a explicar la proporción sorprendentemente elevada de humanos, especialmente hombres, llamados ciegos para los colores, pero que debieran llamarse con más propiedad, confusos para los colores. Veamos los porcentajes masculinos (los femeninos están entre paréntesis): el gris se confunde con azul, verde o rojo en el 1 % de hombres (0,02 % en mujeres); con granate rojizo en el 1 % (0,01 %); con rojo pálido en el 1,5 % (0,03 %); con granate pálido en el 5 % (0,4 %); y con violeta o amarillo muy rara vez en ambos sexos. Aunque es posible que en los tiempos antiguos la ceguera para los colores presentara alguna ventaja, así como en estilos de vida ya superados, el hombre moderno creó una gran desventaja en el momento que decidió que el rojo y el verde serían las señales universales para peligro y seguridad. Ocurre que estos dos colores son los más indiferenciados entre aquellos individuos (8 % en varones) que sufren defectos en la visión en color. A la mayor parte de empleados no se los somete a pruebas de discriminación de colores, aunque deben conducir vehículos, utilizar un código de colores, comprar tomates que viran de verde a rojo, comprobar diamantes, controlar tejidos o intentar convertir las finanzas de una empresa de números rojos a negros. El color resulta muy importante en la vida moderna, pero nos ha cegado sobre el hecho que existen muchos indivi-

duos que no ven la gama completa de colores. La mayor parte de mamíferos presentan una discriminación muy pobre para los colores. Sólo los primates superiores poseen una apreciación del color que se asemeja a la del hombre, incluso a la de los hombres que confunden los colores.

El ojo puede ser el órgano visual, pero es el cerebro el que ve. La máquina fotográfica, con su obturador y su lente, toma la fotografía, pero todo el procesado se lleva a cabo en la película. Lo mismo hacen la pupila, el cristalino y la retina. El procesado se lleva a cabo por la parte del sistema nervioso que interpreta la información que le llega a lo largo del nervio óptico.

El cerebro también puede ver sin necesidad de estímulo externo, como durante los sueños. Existen alucinaciones o falsas percepciones, que resultan sorprendentemente reales aunque el ojo no las haya observado. Un espejismo es algo semejante, aunque es una distorsión de la percepción más que la invención de ella. Tanto la alucinación como el espejismo pueden parecer igualmente reales aunque el ojo no las haya observado. Un espejismo es algo semejante, aunque es una distorsión de la percepción más que la invención de ella. Tanto la alucinación como el espejismo pueden parecer igualmente reales, porque la realidad es lo que el cerebro crea en su interior, alimentado y estimulado tal vez por las terminaciones del sistema nervioso sensorial, o tal vez no. La sensación, por repetir una frase que ya hemos utilizado, es una abstracción y no una réplica del mundo real. El cerebro ve, y también decide lo que quiere ver.

Por lo tanto, el sistema visual no es un aparato de copia, con su imagen bidimensional dirigida hacia la retina, y convirtiéndose en una visión bidimensional del mundo. Por alguna razón esta imagen es enmarañada y luego reformada. Como dijo Colin Blakemore: «¿Qué hace el cerebro con la información visual después de que ha tomado la imagen aparte? Si sólo se dedica a reunir las características para de alguna forma recrear la imagen, ¿por qué entonces la toma primero aparte?» La visión, brevemente, solía ser lo que el ojo hacía. En la actualidad este concepto ha cambiado, y ahora es lo que el cerebro hace con los hechos que le llegan a través de los nervios ópticos.

Oído. Éste puede parecer un sentido directo, al menos en comparación con la vista. No obstante, igual que con la vista, no existe nada de directo en la conexión nerviosa entre el oído y el cerebro. La lectura acerca de las vías implicadas puede provocar en el lector un sentimiento de desesperación y a la vez de asombro, el primero debido a su complejidad, y el segundo por la extrañeza de que se hayan descubierto ya tantas cosas. Los libros de texto son algo flojos cuando reproducen esta información, y con la intención de provocar tanto desesperación como asombro, mencionemos una parte de uno de ellos, *The Essentials of Neuroanatomy*, por G. A. G. Mitchell y D. Mayor.

«La vía auditiva desde el caracol hasta el córtex es la siguiente. Las neuronas primarias se encuentran en el ganglio espiral y sus terminaciones centrales acaban en los núcleos cocleares ventral y dorsal del puente. El relevo secundario de fibras resultantes de estas sinapsis pasan a través del cuerpo trapezoide y de las estrías medulares del ventrículo cuarto (haces transversos delgados de fibras que surgen en los núcleos cocleares dorsales, que atraviesan el suelo del cuarto ventrículo y se hunden en el surco mediano) antes de volverse hacia arriba para formar el lemnisco lateral. Las fibras del lemnisco lateral terminan principalmente en los cuerpos geniculados medios, en los centros auditivos inferiores y en los pedúnculos inferiores. Los nuevos relevos de fibras que se originan en los centros auditivos inferiores pasan a través de la cápsula interna homolateral... Las fibras que surgen de los pedúnculos inferiores penetran en los fascículos tectoespinales... Algunas fibras del lemnisco lateral terminan en la sustancia negra; otras forman sinapsis en núcleos... cuyas fibras penetran en el haz longitudinal medio... Determinadas fibras de la rama vestibular del octavo par craneal... pueden seguir vías semejantes a las fibras del caracol y numerosas fibras vestibulares penetran también en el haz longitudinal medio.»

El oído humano es a la vez asombrosamente bueno —la diferencia entre el sonido más débil y el más fuerte implica una alteración de la energía de un billón de veces— y asombrosamente pobre si lo comparamos con el de muchos otros animales. Se dice que el hombre posee la gama más limitada de to-

dos los mamíferos. Algunos roedores y murciélagos pueden oír dos octavas completas más altas que el hombre. Cualquier humano en un medio natural puede percatarse con humildad de que casi todas las demás criaturas detectan mejor los sonidos. O mejor dicho, son mejores detectores de los sonidos que más les interesan, como un rival de la misma especie o la aproximación de un peligro. La audición humana es la que está mejor adaptada para escuchar una conversación.

La norma general entre los animales es que cuanto menor es la cabeza mayor es la frecuencia que puede ser oída. Los murciélagos de cabeza pequeña pueden percibir hasta 115 kilohertzios (115.000 ciclos por segundo), las ratas hasta 72 kilohertzios, los perros hasta 44 kilohertzios, el hombre hasta 19 kilohertzios y los elefantes sólo hasta 10,5 kilohertzios. El tamaño del cuerpo suele considerarse importante para esta diferencia en la audición de notas más elevadas, pero la distancia existente entre ambos oídos se considera actualmente de mayor importancia. La explicación se encuentra en la discriminación de direcciones y en la capacidad del cerebro de registrar la diferencia de sonido alcanzada por ambos oídos. Cuanto más cercanos están ambos oídos, menor es la longitud de onda necesaria (y por ello, mayor la frecuencia) para la discriminación. Este hecho acústico ha sido el causante de que las especies desarrollaran su sistema auditivo de forma que fueran capaces de detectar las frecuencias más adecuadas para la distancia entre sus dos oídos, es decir, la más elevada para cabezas menores y las más inferiores para cabezas grandes. La humanidad puede ser diferente en la posesión del lenguaje, pero la gama humana —de 20 hertzios a 20 kilohertzios— encaja bien con el tamaño humano y la distancia existente entre los dos oídos del hombre.

El oído externo u oreja no solamente es de forma indefinible sino diferente en ambos lados, sirviendo esta diferencia como ayuda para la localización del sonido. Si los diversos (e indefinibles) contornos se eliminan gradualmente, alisando sus arrugas y valles, la capacidad de localizar un ruido también se reduce gradualmente. Las oquedades de la oreja reflejan una

parte del sonido, retrasando así su llegada al tímpano, con lo que el cerebro es capaz de utilizar esta diferencia entre el sonido directo y el retrasado para situar el lugar del ruido. En realidad, existen numerosas diferencias, como los sonidos directos a cada oído, diferentes en cada lado, y también las reflexiones indirectas de cada oreja. El cerebro es capaz de interpretar estas diferencias, y volver la cabeza proporcionalmente para encarar el sonido. (Incluso se han colocado micrófonos en orejas artificiales para obtener un registro orquestal superior, o mejor dicho, registro que permitan un sentido más profundo a los oyentes humanos. Entonces, incluso puede identificarse correctamente la localización de los instrumentos en la orquesta.)

La propia naturaleza del sonido ha contribuido a aclarar el funcionamiento del oído. Un tono equivale a una serie de impulsos, siendo la frecuencia el número de impulsos por segundo. La transmisión de información a lo largo de un nervio también constituye una secuencia de impulsos, generándose la secuencia para la audición en el oído interno. Por ello, cabría esperar que si se emite un tono puro, su frecuencia debería ser reflejada por el número de pulsos que viaja a lo largo de cada nervio auditivo. Para algunos tonos, éste es realmente el caso; existen tantos pulsos por segundo viajando a lo largo del nervio como en esa frecuencia de tono. No obstante, la frecuencia de la transmisión del impulso a lo largo de una única fibra nerviosa no supera unos trescientos por segundo más o menos. Así pues, otros nervios deben responder a frecuencias superiores. Todavía no pueden dispararse a más de trescientos impulsos por segundo, pero el cerebro interpreta su descarga como registrando una frecuencia más elevada. Cómo comprende toda esta información, con un nervio disparándose, digamos, doscientos impulsos por segundo, representando un tono bastante diferente del disparo de otro nervio a la misma frecuencia, todo ello —utilizando la consagrada frase científica— no queda nada claro.

La naturaleza del sonido contribuye también a explicar por qué las frecuencias superiores se localizan de modo menos correcto, y lo muy astuto que es el cerebro con su poder de dis-

criminación. Desde el momento en que una onda de sonido llega al oído, al último momento en que el impulso principal alcanza la corteza auditiva han transcurrido unos veinte milisegundos (una cincuentava parte de un segundo). Estos dos momentos son para el mismo sonido algo diferente para ambos oídos. Suponiendo que la fuente no se encuentra directamente delante ni detrás del observador, el sonido —viajando a 330 metros por segundo— tardará algo más de tiempo para alcanzar al oído más lejano. Tal como es el tamaño de la cabeza humana, el sonido lleva unas dos milésimas de segundo más para recorrer la distancia superior, si el origen se encuentra a 90° de la dirección a la que se encara la cabeza.

No obstante, el cerebro puede discriminar las diferencias de tiempo del orden de sesenta microsegundos, lo que es ocho veces mejor. Por ello, la fuente de sonido no necesita estar situada directamente a la derecha o a la izquierda para que el oyente humano sepa a qué lado se encuentra. Incluso es posible un arco de localización mucho más reducido, que aún se convierte en menor si la cabeza está erguida a fin de incrementar la diferencia de tiempo de los sonidos que llegan a cada oído. Las frecuencias elevadas no pueden realizarse especialmente por encima de 1.200 ciclos por segundo debido a que sus longitudes de onda pasan a ser menores que la distancia entre ambas orejas. Si, por ejemplo, el punto más elevado de una onda de sonido alcanza un oído precisamente cuando el punto más elevado de la onda siguiente alcanza el oído más próximo, incluso el cerebro más discriminante no puede hacer nada con la información que recibe. En ese caso, ambos oídos han recibido la misma información en el mismo momento, y por lo tanto el sonido está detrás o delante. Ello ocurre también con todas las frecuencias superiores; su tiempo de llegada a cada oído carece de importancia. El reino animal utiliza esencialmente el mismo sistema (o mejor dicho, la humanidad utiliza el mismo sistema que los animales ya habían evolucionado). No obstante, existen diferencias. La lechuza, capaz de localizar pequeños roedores que se deslizan en la oscuridad, tiene sus oídos dispuestos en forma más asimétrica que las orejas de los huma-

nos. Un oído de la lechuza es más grande y está situado más alto que el otro, aumentando así la discrepancia en el sonido. La rana arborícola verde tiene un canal interno que reúne ambos sonidos, por lo que cada uno de sus oídos recibe el sonido desde dos direcciones, uno en forma normal y el otro a través de la cabeza. Una vez más el resultado es una mayor discrepancia en la recepción del sonido. Las aves tienen la cabeza pequeña, pero resultan más eficaces que los mamíferos de tamaño semejante en la localización del sonido. Todavía parecen confiar en la diferencia de tiempo, incluso aunque el sonido tarde una trecemilésima parte de segundo en pasar los dos centímetros y medio que separan ambos oídos.

La propiedad más asombrosa del oído humano, que existe también entre los animales, es su capacidad de identificar un determinado sonido, prestarle atención, y descartar otros ruidos. Un aparato para sordos deja llegar a su portador todos los sonidos, algunas veces —como en una reunión de gente— llegando a ser completamente inútil. Los individuos que gozan de una función auditiva normal pueden oír hasta una única voz, de forma no menos precisa que el ojo que enfoca la cara que la emite. El mecanismo por el que se lleva a cabo, todavía no «ha recibido una explicación satisfactoria» por utilizar una frase científica corriente. Sin embargo, no es el oído el que discrimina, tal como parece; es el cerebro que elige oír lo que él quiere.

En general, cada individuo puede oír su propia voz con mayor claridad que otro que esté situado a su lado. Algunos estudios realizados en monos contradicen este hecho; las células de su corteza auditiva quedaban inhibidas cuando ellos mismos vocalizaban. Si el oído humano es sometido repentinamente a un sonido fuerte, aparecerá un reflejo casi inmediato de los músculos timpánicos que rebajan eficazmente el sonido. No obstante, no trabajan con suficiente rapidez (lo que resultaría difícil) para bloquear inmediatamente el sonido; ni continúan actuando si el sonido se mantiene. Como consecuencia, el oído se lesiona frecuentemente, bien debido a ruidos repentinos (disparo de fúsil), o sostenidos.

Suele existir una legislación referente al ruido de fondo permitido —en Inglaterra el nivel diurno permitido es de noventa decibelios— pero los ruidos industriales son los causantes de numerosas lesiones. Un reciente informe británico informa de la existencia de un 18-20 % de adultos que sufren «pérdida auditiva significativa», lo que significa que no son capaces de oír ningún ruido de menos de veinticinco decibelios. Lo que resulta intrigante, especialmente en una obra dedicada al cerebro, es que el propio órgano del sentido, tanto el ojo como el oído, es con mucha mayor frecuencia la causa de un defecto sensorial que la corteza u otro tejido nervioso. Parece que el cerebro posea una flexibilidad de la que el cristalino, la membrana timpánica, el caracol y la córnea carecen. Éstos fallan con frecuencia. El cerebro, en cambio sigue funcionando (o eso parece), interpretando, analizando, comprendiendo y descifrando todo lo que cae en su poder. O tal vez su papel en los individuos con dificultades de vista o de oído debe recibir aún una explicación satisfactoria.

Se ha confirmado a menudo que las personas ciegas poseen un sentido del oído más capacitado y agudizado que las personas normales. Dos médicos de Derby informaron acerca del caso de una mujer, ciega desde los veintisiete años, que comenzó a presentar sordera unos años después. Un día dijo: «Ya no puedo oír el silencio de las farolas.» Descubrió que había sido capaz de caminar a través del bosque sin chocar nunca con los árboles, ni tropezar con los troncos, raíces o zarzas. Podía identificar si un vehículo era un coche, una furgoneta o un camión, y en una ocasión resultó desconcertada por un objeto que se encontraba contra una pared. No tenía sentido para ella hasta que lo tocó, y descubrió que se trataba de una manguera enrollada.

La verdad es que el cerebro está más capacitado y agudizado de lo que habitualmente cree la gente normal. Tal vez la señora de Derby lo que hacía parcialmente era olfatear las cosas más que oírlas (aunque su creciente sordera le hizo comprender hasta qué punto estaba el oído implicado en el asunto), pero ella sabía que las cosas estaban allí, como cualquier persona

normal. El cerebro recibe su información, y luego decide la mejor forma de interpretar y analizar. Se construye un tipo de realidad que no es la auténtica, sino la forma más adecuada para su poseedor. El aparato para sordos se acerca más a la verdad, pero un sistema sensorial posee —digámoslo con claridad— un mayor sentido. Discrimina y selecciona; pero, por supuesto, el cerebro más que el oído, es el que desempeña este hábil papel. El oído solamente envía su información y el cerebro entonces la manipula. Igual que con la visión del ojo, es el cerebro el que oye más que el oído.

Olfato. Por lo menos se sabe la forma en que trabaja el ojo, y también como lo hace el oído, a grandes rasgos, aunque no sea en detalle, como algunos quisieran. Y sin embargo, no ocurre lo mismo con la nariz, ya que el sistema sensorial olfativo constituye aún en conjunto un tema de conjeturas. Huelen las moléculas como lo hacen debido a su estructura molecular, o a su vibración, o a su efecto sobre los receptores del olfato (tal vez punzándolos). Los receptores se hallan (desgraciadamente) fuera de la corriente principal del aire inspirado. Están dispuestos en un callejón sin salida y están formados por células con cilios largos unidos. Los cilios no pueden vibrar porque están embutidos en una capa de moco. Por ello, cualquier olor ha de ser soluble en este substrato para poder ser detectado por los cilios. Cada órgano del olfato mide unos 2,5 centímetros cuadrados, es de color amarillento y se supone que posee varios tipos diferentes de receptores. Se desconoce su número, y se carece totalmente de información acerca de cómo actúan, así como del por qué se identifican inmediatamente olores como de caucho quemado, de pan tostado, del clavo y canela, de yeso y de queso, con una memoria tan prolongada y tan altamente individual.

Se dice que el hombre puede identificar miles de olores, y con práctica más de diez mil, pero no se explica cómo este hecho se lleva a cabo. O cómo el cerebro escudriña todo lo que recibe mediante los impulsos que le llegan por el nervio olfatorio. Ni siquiera se sabe por qué los olores tienen afinidad unos

por otros, y pueden clasificarse. Se han realizado algunos intentos —etéreos (como en las frutas), aromáticos (como las almendras), fragantes (como las flores), a ambrosía (como el almizcle), y así sucesivamente— pero no existe un acuerdo general acerca de estas clasificaciones. Ni tampoco se considera que la clasificación contribuya a entender el sentido del olfato, igual que la clasificación de los ruidos no ha ayudado a la comprensión del oído.

Los hombres suelen sentirse contentos con su órgano olfatorio, especialmente porque muchas narices de animales presentan un tamaño diferente. Los perros, como ya se ha mencionado, pueden llegar a ser un millón de veces mejores que el hombre en la detección de determinadas sustancias olorosas. La humanidad, pues, tiene que esperar a que el olor esté un millón de veces más concentrado para que le resulte detectable. La gran virtud del sistema olfativo, tanto en el perro como en el hombre, es que continúa siendo útil cuando otros sentidos no pueden actuar: el depredador o la presa sigue teniendo un olor cuando resulta invisible en la oscuridad y cuando no puede oírse porque está quieto. No obstante, en estas circunstancias el hombre está muy mal equipado. Al adquirir y desarrollar sus hemisferios cerebrales, hizo uso de su cerebro anterior, la división del cerebro ancestral de los vertebrados dedicado principalmente al olfato. No existe ninguna criatura que sea experta en todo, y la humanidad ha favorecido a la visión y a la inteligencia a expensas de otros atributos, de los que el menor no es el olfato.

Y sin embargo, el olfato humano es mucho mejor de lo que corrientemente se supone (la ciencia habla de olfato, el comercio, de fragancias, los conductistas, del perfume, y los humanos, los olores, a menos que sean como el doctor Johnson, que dijo: «Señora, usted huele, yo apesto»). La nariz del hombre puede detectar los mercaptanos producidos por la mofeta en momentos de tensión a concentraciones de una molécula por cada 30.000 millones de moléculas de aire. Incluso puede hacerlo mejor con el producto químico 2-metoxi-3-hexilpiracina: la dilución detectable es de una parte por billón (que, para los afi-

cionados a este tipo de comparación, es la misma proporción que un kilómetro cúbico respecto al volumen total de la Tierra). El hombre puede también seguir una pista, si está dispuesto a arrodillarse y olfatear el suelo si un pie llevando un calcetín ha pasado hace poco rato. Según las investigaciones realizadas en la Universidad de Vanderbilt, la gente puede incluso detectar el olor de sus parientes. No solamente diecinueve niños de veinticuatro fueron capaces de identificar a sus hermanos sólo por el olor de sus camisetas usadas, sino que dieciséis de dieciocho padres pudieron encontrar a sus hijos solamente por el olor. Los pueblos primitivos, que llevan un género de vida más sencillo, son considerados como poseedores de extraordinarios poderes en este terreno. Tal vez, sólo ejercitan poderes y capacidades que están latentes en todos nosotros.

El sistema olfatorio es único, por cuanto está en contacto directo con el medio externo. No existen células receptoras especializadas en la nariz que puedan equipararse a los conos y bastones de la retina o al sistema membranoso óseo de transmisión del oído. En lugar de eso, el cuerpo celular de lo que se conoce como la neurona principal se encuentra en el interior del órgano receptor. Cada una de estas neuronas, conduce al bulbo olfatorio mediante su axón correspondiente. En el bulbo se encuentran las sinapsis, y por lo tanto las conexiones con otros cuerpos como (inicialmente) las células mitrales y las células granulares, así como la corteza olfativa. En otras palabras, igual que ocurre con los sistemas visual y auditivo, una gran parte de la información recibida es procesada antes de que la corteza correspondiente tenga noticia de ella. El centro olfatorio del córtex está situado según los libros de texto «en el uncus y en la parte anterior del giro del hipocampo (área piriforme), estrechamente relacionado con el lóbulo temporal».

Otros hechos curiosos relacionados con el sentido del olfato son: la pérdida unilateral del olfato no suele provocar la aparición de síntomas; la pérdida bilateral, conocida como anosmia bilateral suele acompañarse de insensibilidad gustativa (haciendo que la vida pierda mucho sabor); la parosmia, o distorsión del sentido del gusto, puede resultar aún más desagra-

dable, ya que todos los alimentos, según un libro de texto que trata de afecciones neurales, «tienen el mismo olor repelente»; la causa más común de anosmia persistente es un golpe en la cabeza (que se considera como una rotura de las fibras olfatorias); suele ser persistente y cuando se recupera puede pasar de anosmia a parosmia (llamada en ocasiones, disosmia); las feromonas, sustancias químicas producidas por algunos animales que sirven para inducir el estro, el cortejo, la conducta agresiva, etc., se estudian progresivamente desde el punto de vista humano, ya que pueden conducir, por ejemplo, a un adelanto de la menstruación, o en comunidades femeninas cerradas, a una menstruación sincronizada. La profesión médica tiene cada vez más quejas frente a los perfumes irritantes —llamados a veces feromonas— que se añaden al parecer a casi todo, desde pañales desechables a sábanas y a pañuelos de papel, con el objeto de convertirlos en «muy frescos» o que tengan «la suavidad del bebé» (lo que debe ser bastante difícil de oler).

Un punto final. Sabiendo lo fácil que es incluso para el hombre identificar cuando un perro empapado en lluvia o embarrado ha estado en una habitación, resultaría interesante especular acerca de la capacidad del perro, un millón de veces superior para detectar al hombre, tanto si está empapado o no. ¿Cómo es que el olor no le resulta insoportable? Y, ¿cómo es que no se parecen a las criaturas de la historia de T. H. White, que «vivían de olores, pero que podían ser muertos por un hedor»? Además, como escribió el doctor Robert Rouse, de Clwyd, en el *World Medicine*, si la nariz de los perros es tan aguda «¿por qué tienen que acercarse tanto, con especial referencia al tope-tazo nasal que propinan, y que muchos parecen considerar esencial para su conocimiento completo de mi persona?»

La humanidad suele compadecer a los ciegos y sordos. Muy pocas veces derraman una sola lágrima por los anósmicos; apenas saben lo que significa esta palabra.

Gusto. Descrito a menudo como relacionado con el olfato, en realidad tiene muy poca relación con él, excepto que cuando se dice algo referente al sabor de algo, en realidad se-

ría más apropiado aplicarlo al olor. A diferencia de los miles de olores detectables, solamente existen cuatro estímulos para el sabor: dulce, salado, ácido y amargo. (Incluso se dice que solamente existen dos.) Los receptores para el gusto se encuentran en unos cinco mil botones, especialmente en la punta, parte posterior y lados de la parte superior de la lengua (y por ello, ausentes en el centro). En el paladar existen otros botones, así como en la garganta y en las amígdalas. Un punto en común con el olfato es que el método por el que se recoge la información es aún desconocido; todavía no se sabe con certeza si son los botones gustativos o los cilios olfatorios la base del proceso. La pérdida de capacidad gustativa va en aumento con los años, pero su ausencia total es muy poco frecuente (hipogeusia). También existe la disgeusia, o funcionamiento incorrecto del sistema gustativo.

A diferencia del sistema visual, del auditivo, del olfatorio y de su complejidad e incluso de su consideración, la acción del gusto resulta elemental en comparación. No obstante, los neurólogos aún tienen un largo trecho que recorrer antes de desvelar los misterios de este cuarto sistema sensorial. Resulta que la lengua está inervada de forma más compleja de lo que se podía esperar, especialmente si se piensa que no es más que una protuberancia. En palabras de W. B. Matthews y Henry Miller, los impulsos de los botones gustativos «convergen en el núcleo solitario del bulbo a través de extrañas y desviadas vías». Los nervios de la parte frontal y de los dos lados conducen a través de la vía lingual al nervio trigémino, uno de los doce pares de nervios craneales del cerebro. El elemento lingual abandona el trigémino poco después y pasa a través del oído medio para unirse al nervio facial, otro de los nervios craneales. (Los terminales de una pila de linterna común pueden utilizarse para saber si los botones gustativos que se encuentran al final de este errático nervio ejercen su función gustativa o no. El picor es un sabor, y no un efecto muscular. Si existe, es que los botones y los nervios funcionan; si no, es que no funcionan.)

La parte posterior de la lengua y su contingente de botones gustativos se comportan como si formaran parte de un órgano

diferente. No se unen ni al nervio trigémino ni al facial, sino con el glosofaríngeo. Por ello, la lengua afecta a los pares craneales V, VII y IX. Los demás órganos de los sentidos no son tan accidentales. Cada sensación nasal se transmite a lo largo del nervio craneal I, el olfatorio; cada sensación visual se transmite a través del II, el óptico; y cada sensación auditiva se transmite a través del VIII, el auditivo. La lengua, tan poco importante en comparación con ellos, utiliza tres veces más nervios craneales, y tiene mucho menos que decir del mundo exterior que el ojo, la nariz o el oído. Por muy extraño que parezca la parte posterior de la lengua no puede utilizarse satisfactoriamente para comprobar su capacidad gustativa mediante el método eléctrico.

De los cuatro sabores, el amargo es el más fácil de detectar (a una parte por 2.000.000), el segundo más fácil es el ácido (a una parte por 130.000), el salado el tercero (a una en 400), y el dulce el último (a una en 200). Las ventajas selectivas de poseer un sistema gustativo —rechazando, por ejemplo, los alimentos perjudiciales— están bastante superadas por el sentido del olfato, que es capaz de identificar claramente sustancias individuales.

La hipogeusia y la ageusia pueden ser sintomáticas de afecciones banales o graves (igual que casi todas las demás formas de fallos orgánicos). Puede constituir una característica de enfermedad depresiva (o parte de la causa de esa depresión), o una falta de secreción tiroidea (hipotiroidismo), o un efecto colateral de medicamentos (p. ej., de carbonato de litio, de la griseofulvina, penicilina, etc.), de determinadas formas de epilepsia (en cuyo caso la incapacidad gustativa no es permanente sino sólo transitoria), del exceso de tabaco, de la radioterapia, de diversas afecciones locales o enfermedades generales (como el resfriado común, la parálisis de Bell y la gripe, pero no casi con seguridad tumores cerebrales), y todos estos casos de ageusia pueden ser unilaterales o totales. La etiología más frecuente es una deficiencia de cinc (que se transforma tomando sulfato de cinc). Para comprobar el funcionamiento gustativo, pueden utilizarse gotas amargas, dulces, etc., pero suelen

consumir más tiempo y son en general menos claras en cuanto a sus resultados que el sistema eléctrico.

Igual que se conoce poco la palabra anosmia, ocurre con hipogeusia. No obstante, según una clínica de Washington D.C. que es una de las muy pocas especializadas en afecciones del olfato y del gusto, existen de dos a diez millones de americanos afectados por uno de estos trastornos. El tratamiento con cinc obtiene buenos resultados solamente en aquellos que presentan déficit de cinc, siendo una minoría del 1 al 4 % de la población que sufre pérdida del gusto o del olfato, o ambos, «creo que no llegamos a hacernos cargo de lo difícil que puede llegar a ser este problema», dijo el director de la clínica de Washington. «El hecho de comer es mucho más que el simple repostar... y vivir en un mundo sin olfato o sin sabor no solamente es aburrido sino que resulta tremendamente frustrante y deprimente.» Es posible que la mayor ventaja evolutiva del gusto y del olfato sean el sabor y el atractivo que añaden a la vida, y a la restauración.

Tacto. Este quinto sentido tradicional debe ser suficiente por sí solo para eliminar la noción de que existen cinco sentidos, ya que el tacto no es una sola entidad, con una única clase de receptores, sino que acostumbreadamente (y equivocadamente) suele abarcar cinco sensaciones diferentes: presión, dolor, calor, frío y tacto. Los diversos receptores, llamados por el nombre de sus descubridores, son (en orden cronológico según la fecha de su descubrimiento): los corpúsculos de Pacini para la presión (Filippo Pacini, italiano, 1830), los corpúsculos de Meissner para el tacto (Georg Meissner, alemán, 1853), los bulbos terminales de Krause para el frío (Wilhelm Krause, alemán, 1860) y las terminaciones para el calor de Ruffini (Angelo Ruffini, italiano, 1898). No existe una terminación sensitiva especializada para el dolor. Los nervios no tienen más que terminales, como corresponde a esta forma de sensación. (En cualquier caso, el dolor merece una explicación más amplia y aparte, y se describirá cuando hayan concluido las demás formas de tacto.)

El tacto, en todas sus formas, es también diferente de la vista, el oído, el olfato y el gusto, ya que no existe un órgano especial equivalente al ojo, el oído, la nariz o la lengua. El tacto, en lo que concierne a la dermis, se encuentra en todas partes, y se considera un sentido más general que especial. Los receptores se encuentran distribuidos en forma irregular, de modo que no existe una uniformidad de sensación en los casi dos metros cuadrados de piel de cada individuo. En la espalda es donde menos hay, en el antebrazo y en la pierna hay más, en las palmas existen más aún, en la punta de la nariz en número todavía mayor y en las puntas de los dedos, así como en determinadas zonas genitales es donde se registra la mayor concentración. Los cabellos son insensibles, pero tienen receptores cerca de sus raíces que pueden detectar el movimiento de los cabellos (una capacidad especialmente refinada en los bigotes de los animales). Existen unos doscientos mil receptores para el calor y el frío, unos quinientos mil para el tacto y la presión, y unas cuatro veces su totalidad de terminaciones nerviosas para el dolor. Toda esta inervación, incluso si se encuentra en la nariz o en la lengua, es esencialmente externa, y se conoce con el nombre de exteroceptiva.

La forma interna de sensación, llamada propiocepción (según la palabra latina para «recibido de uno mismo», es un sentido de la misma forma que cualquier otro recibido del exterior. Las terminaciones nerviosas específicas unidas a determinadas fibras musculares, ligamentos, tendones y articulaciones son los medios a través de los cuales el cuerpo sabe lo que está haciendo, donde se localizan sus miembros y si está a punto de caerse. La propiocepción trabaja extraordinariamente bien, y con una gran precisión sin que el individuo se percate demasiado de su actividad. El hecho de conseguir que los dos índices se encuentren a la espalda es un ejemplo bastante explícito. Como escribió J. H. Green en su libro de texto de fisiología:

«Consideremos el número de articulaciones afectadas: las interfalángicas, las metacarpofalángicas, las intermetacarpianas, las carpometacarpianas, las carpianas, la muñeca, el codo, el hom-

bro... No solamente puede calcularse la posición resultante, sino que puede colocarse otro miembro, conectado a una parte diferente del tronco, en una posición idéntica en el espacio.»

Resulta muy fácil discriminar entre el tamaño de dos monedas, tocarse la punta de la nariz, el lóbulo de la oreja o la rodilla, incluso con los ojos cerrados, y desde luego, mantenerse de pie, más o menos, cuando se lleva a cabo la rutina diaria. Si la vista, el oído, el olfato, el gusto, el tacto y la detección de presión, calor y frío son los ocho primeros sentidos, la propiocepción constituye el noveno y más capaz para completar el total.

Si falla la propiocepción, en mayor o menor grado, puede considerarse que la visión lo compensará notablemente. En lugar de que los índices se encuentren a ciegas, pueden ser llevados delante de la vista del sujeto y ser coordinados correctamente. No obstante, una ceguera o condiciones nocturnas pueden empeorar bastante un defecto de la propiocepción. Un caso es la enfermedad conocida como tabes dorsal. Esta manifestación tardía de la sífilis, que puede aparecer hasta veinte años después de la infección original, demuestra claramente, por lo menos para las piernas, la pérdida incapacitante de este importante sentido. La marcha se convierte en atáxica, lo que supone que las piernas se lanzan, de forma incontrolable, y los pies se levantan innecesariamente a una altura excesiva del suelo. Se trata de una incapacidad de mantener el equilibrio si los pies están juntos y los ojos cerrados, una característica conocida con el nombre de signo de Romberg. Incluso la ceguera transitoria, como en el lavado de cara, puede provocar una pérdida del equilibrio y el paciente puede caer y lesionarse.

Las vías sensoriales procedentes de las diversas formas de tacto toman rutas complejas y diversas entre cada órgano receptor y el cerebro. Todas entran en la medula espinal mediante las raíces posteriores, pero después, las fibras sensitivas siguen tres vías principales. La primera, que implica tanto los receptores del tacto como la propiocepción, conduce inicialmente al bulbo, luego al tálamo y luego a la corteza sensitiva de los he-

misferios cerebrales. La segunda, que implica a los receptores del dolor, temperatura y tacto, conduce inicialmente a la medula espinal, luego al tálamo y finalmente a la corteza sensorial. La tercera, que precisamente afecta a la propiocepción, lleva a la medula espinal y luego al cerebelo. Cada estadio requiere otra sinapsis, y por ello, otra neurona o célula nerviosa. En consecuencia, son tres, tres y dos neuronas las implicadas en estas tres vías principales entre el receptor y el cerebro. En todas ellas existe un cruce, como el curioso atributo de la mitad izquierda del cerebro, que organiza el lado derecho del cuerpo, y viceversa. La corteza sensorial del cerebro se localiza en el giro poscentral e inmediatamente detrás del surco central. En otras palabras, es una cinta que se extiende toscamente desde la parte superior de la cabeza hasta cada una de las orejas. Cada una de las mitades de esta cinta, que trata la parte opuesta del cuerpo, es también opuesta en su distribución desde la parte superior de la cabeza hasta cada oído. En la porción más elevada se encuentran las terminaciones nerviosas cuyas vías se han originado en los pies y los miembros posteriores. Luego siguen los que se originaron en el tronco, luego los de los brazos, y finalmente los de la cabeza. Por lo tanto, la sensación no solamente termina en lado opuesto, sino también lo de arriba abajo.

A pesar de la variedad de órganos receptores, y de su localización en la parte superior e inferior del cuerpo (y en su interior con los propioceptores), hay una gran sencillez en su funcionamiento, no alcanzada por los cuatro grandes sentidos ya descritos, es decir, la vista, el oído, el olfato y el gusto. Cuanto mayor es la presión o más elevada la temperatura, o el tacto, o el frío, más terminaciones nerviosas entran en juego, y de mayor frecuencia son sus impulsos. No obstante, cuanto más prolongada es la sensación, más insensibles se tornan las terminaciones nerviosas implicadas. De este modo, vemos qué presión es ejercida normalmente por la ropa, aunque puede notarse la falta de presión de la misma, si, por ejemplo, falta repentinamente la presión de un reloj de pulsera. Hasta cierto punto, el tálamo, una parte más primitiva del cerebro que la corteza, puede detectar en qué punto se localiza una sensación, pero la percep-

ción más precisa debe esperar hasta que el impulso alcance su destino en uno u otro hemisferio cerebral. Aparte de todo lo demás por lo que se refiere a la propiocepción ésta debería por lo menos recordarnos que Aristóteles tiene mucho que responder al imprimir la noción de los cinco sentidos. Incluso si la sensación de temperatura parece más bien una sensación y no dos, y, tan sólo una sensación de tacto, el sentido de la propiocepción es indudablemente muy diferente. Y en este asunto el dolor es de este modo.

Dolor. La propiocepción funciona bien, y por ello hay pocas quejas a su respecto. El dolor funciona de una manera har-to desagradable, y las críticas son tremendas. La intensidad del dolor presenta poca correlación con la gravedad de la lesión. El pinchazo de un alfiler, un diente o una vértebra lumbar pueden provocar unos lamentos tan agudos que cualquier otra actividad, pensamiento o acción se vuelven totalmente imposibles; pero un tumor puede desarrollarse sin ninguna señal dolorosa que lo delate. El dolor es incluso un pobre protector frente a las lesiones, ya que su instauración aparece (casi siempre) demasiado tarde como para constituir una medida preventiva. No existe una relación directa entre una herida y la sensación de dolor provocada por esa herida; al cabo de un rato o al cabo de unos días puede resultar muy diferente. El jugador de fútbol sólo nota su lesión cuando el partido se ha terminado. El niño olvida la bofetada y su dolor a menos que sea intencionadamente. Se dice que los pacientes cancerosos sienten más dolor debido a su siniestro presagio ya que todo dolor es influido por el estado de ánimo, la moral y el significado.

El dolor resulta también diferente de los demás sentidos, ya que tiene cualidades que los otros no tienen. Es esencialmente privado; sólo el individuo afectado lo siente. En segundo lugar, el dolor no tiene entidad propia a menudo y hasta que éste se percibe; existen ruidos, energías ligeras y temperaturas, tanto si se perciben como si no. En tercer lugar, el dolor es ni más ni menos que la percepción del mismo, y no puede ignorarse; todos los sentidos estándar pueden fallar, con alucina-

ciones, delirios, zumbidos de oídos, tinnitus, siendo todos ellos errores de percepción. (Una excepción aparente la constituyen los dolores de un miembro fantasma, del que hablaremos en pocas líneas, en el que el dolor se atribuye a una zona que el individuo ya no posee. No obstante, el dolor percibido no es menos real y doloroso a pesar de ello.) Pueden medirse los impulsos nerviosos para comprobar la intensidad de una señal, digamos de una lesión (y éstos son más uniformes entre todos los individuos), pero nada puede comprobar la intensidad del dolor a excepción del paciente afectado. Finalmente, puesto que puede existir dolor sin lesión, también puede existir una lesión sin dolor. Y el dolor puede incluso ser placentero.

Lo que hace el dolor es iniciar una forma diferente de conducta. En primer lugar, no puede evitar la lesión, pero puede ayudar a proteger la herida de nuevas lesiones. La mano se recoge; el cuerpo se hace más cauteloso; se impone una nueva conducta. El dolor, por lo tanto, está más relacionado, por ejemplo, con el hambre y la sed. Éstas no sólo señalan una condición del cuerpo, sino el inicio de una nueva forma de comportamiento. Cuando son graves rigen totalmente la conducta; si son moderadas, simplemente influyen. Otros sistemas sensoriales carecen de una relación tan directa con estas tendencias. Ver el agua representa tal vez beberla; tener sed, hambre o dolor es siempre más directo. Esto es lo que T. J. Crow ha llamado una «dicotomía de modalidades sensoriales», estando la vista, el oído y el tacto en un lado, y el olfato, el gusto y el dolor en el otro.

C. A. Keele, un notable experto en el tema del dolor, ha identificado tres capas de la piel, en las que pueden evocarse diferentes sensaciones. La epidermis y la dermis que está situada inmediatamente por debajo (las capas más externas) provocan prurito, una impresión sensorial bastante diferente del dolor. La parte principal de la dermis provoca un dolor ligero, superficial. Y la dermis profunda y el tejido subcutáneo producen un dolor profundo y alucinante. El prurito es desagradable, y se reacciona en su contra, pero difiere del dolor en que se siente de modo diferente; provoca rascado más que retraimiento;

se elimina mediante agua caliente (41 °C), que exacerba el dolor; puede empeorar por la administración de morfina, que elimina el dolor; y solamente puede ser evocado desde la piel exterior. El dolor puede ser una experiencia mixta, lenta en avisar, más lenta aún en desaparecer, incapaz de permitir la evaluación de su intensidad, y en cambio el prurito parece totalmente interminable. Tal vez el rascado que provoca molestia a los ectoparásitos, pero con mayor frecuencia agrava las lesiones que produce.

Se han realizado intentos de medir el dolor, siendo la unidad de sensación el dol. Un dol es estimado al equivalente a la diferencia entre dos dolores determinables, marcando 10,5 dols la intensidad dolorosa máxima. Otros investigadores del dolor han preferido establecer una escala más sencilla, disminuyendo desde muy intenso, intenso, moderado, ligero, hasta sin dolor. El dolor máximo sólo puede soportarse durante poco rato; todo dolor de larga duración debe ser de baja intensidad. El grado de lesión de los tejidos requerido para provocar un dolor intenso (de 5-8 dols) es probablemente suficiente para destruir las fibras terminaciones del dolor en esa área. Según Keele: «El llamado dolor intratable debe... ser o de baja intensidad, periódico, o no debe ser dolor auténtico sino una combinación de sensación no dolorosa que se interpreta por el individuo como desagradable e inaceptable.»

Tanto si algo es interpretado como dolor como si se trata de verdadero dolor, suele ser doloroso y (generalmente) desagradable. Y sin embargo es frecuente. (Según el Comité Interministerial de Nuevos Tratamientos para el Dolor y el Malestar, unos setenta y cinco millones de americanos —aproximadamente una tercera parte de la población— sufre dolor crónico de diversos tipos.) Un estudio, llamado «Subtratamiento de pacientes ingresados con analgésicos narcóticos», reveló que el 73 % de los tratados por dolor experimentan malestar entre moderado y grave. «No es por falta de medios», escribió la doctora Marcia Angell al efectuar una revisión del tema en el año 1982, antes de añadir: «En general estamos de acuerdo en que la mayoría de tipos de dolor, aunque severos, pueden ser aliviados

eficazmente.» Geoff Watts escribió: «No existe carencia de medicamentos entre los que elegir», en *World Medicine*, antes de confeccionar una lista de los mismos: «Analgésicos simples y opiáceos, analgésicos concomitantes, anestésicos locales y bloqueo neurolítico, interrupción neuroquirúrgica de las vías del dolor, estimulación eléctrica, crioterapia, acupuntura, hipnosis, condicionamiento operativo, biorretroalimentación, psicoterapia... y otros.»

Desgraciadamente, para los que experimentan dolor, existe una lista casi tan larga como la mencionada de razones por las que creen que faltan tratamientos, como el miedo a los efectos colaterales (especialmente problemas respiratorios), miedo a la toxicomanía, la opinión de que dosis superiores de analgésicos fuertes no proporcionarán un alivio adicional, un aprecio por la rutina (y por los medicamentos que se administran a determinadas horas), la pretendida evitación en algunos pacientes de provocar molestias, una dificultad en requerir a la enfermera, la creencia entre médicos y enfermeras de que la petición frecuente de medicamentos sugiere una dependencia creciente, y la sensación generalizada por ambos lados de que el estoicismo es admirable. Sufrir dolor y no pedir ayuda consigue cabeceos de aprobación; pedir a menudo un fármaco no consigue más que gestos de disgusto.

Una prueba sólida, según la revisión efectuada por la doctora Angell, es que menos de un 0,1 % de los pacientes tratados con narcóticos para el alivio de su dolor se convierten en toxicómanos. El efecto secundario de depresión respiratoria no suele aparecer más que en un 1 %. Para los que sufren una enfermedad terminal, el modesto riesgo de toxicomanía o de presentar problemas respiratorios tienen una escasa importancia.

«No se me ocurre ninguna otra área de la medicina (concluye la doctora) en la que exista una preocupación tan absurda por los efectos colaterales y que limite tan drásticamente el tratamiento. Estamos acostumbrados a hacer un balance más riguroso entre riesgo y beneficio... El dolor destruye al espíritu. Ningún

paciente debería tener que soportar un dolor intenso sin necesidad. La cualidad de la misericordia es esencial en la práctica de la medicina; aquí, más que en ningún otro lugar, no debe ser escatimada.»

Pero lo es. Un ensayo reciente publicado en Fall River, Massachusetts (el caso Commonwealth contra Ann Capute), dio amplia publicidad al cargo efectuado contra una enfermera que dio muerte a un paciente canceroso administrándole morfina. Después de cinco semanas fue absuelta, pero los centros hospitalarios actuaron como si se la hubiera declarado culpable. En general, parece como si el alivio del dolor aún se racionara más. En un «artículo especial», aparecido en el *New England Journal of Medicine*, escrito por el doctor Eric J. Cassell, desarrollaba el tema añadiendo la palabra sufrimiento, una palabra tan frecuentemente asociada a dolor. «Parece que el alivio de los que sufren es considerado como uno de los principales objetivos de la medicina por los pacientes y personas abatidas, pero no por la profesión médica.» La conquista del sufrimiento, que puede incluir o no al dolor físico, es francamente más difícil que la del dolor. No obstante, la abolición del dolor es un buen punto de partida, especialmente ya que es algo que la medicina puede lograr (casi siempre). Los estoicos y los espartanos aún siguen viviendo, o eso parece, y muy especialmente cuando son las demás personas.

Sin embargo, los últimos años han presenciado un notable cambio de actitud. Tuvo lugar el primer Congreso Mundial del Dolor (en 1976) y la fundación de la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor. Las Unidades del Dolor han aparecido por todas partes, y Gran Bretaña, por ejemplo, ya contaba con 130 de ellas en el año 1982. Suelen ser llevadas por anestesistas, y su capacidad varía entre una sesión semanal para pacientes ambulatorios y cuidados dispensados las veinticuatro horas al día a pacientes ingresados. Gran Bretaña dispone también de la Sociedad para el Dolor Intratable, cuyos miembros han aumentado constantemente de año en año. En 1978 se anunció la creación de un fondo monetario para la funda-

ción del primer instituto en el mundo para el alivio del dolor. «El aspecto más satisfactorio del cuadro del dolor», escribía el *The Lancet* en un editorial de 1982, «es que nuestra ignorancia ha quedado al descubierto».

Como resultado del nuevo (y reciente) interés en una afección antigua (y preocupante), se están verificando numerosas técnicas nuevas. Para aliviar el dolor postoperatorio, se está probando (ocasionalmente) de congelar los nervios situados alrededor de la incisión practicada por el cirujano. La crioanalgesia resulta especialmente interesante para las intervenciones mayores, como la cirugía práctica, en la que el dolor postoperatorio es muy intenso. El tratamiento del dolor también puede consistir (basándose en el principio del placebo) en la administración regular del mismo volumen del medicamento, pero reduciendo la dosis del fármaco activo contenido en el mismo. Se parece a la misma dosis, pero no lo es. Continuamente salen nuevos fármacos al mercado, en parte —dicho sin tapujos— debido a que el potencial de ventas es muy atractivo. (Aproximadamente un 10 % de la población mundial sufre de dolores artríticos, y parece que viene ocurriendo desde los tiempos del hombre de Neanderthal. La aspirina sigue siendo el tratamiento de elección, pero a menudo con dosis que comportan la administración de quince a veinte comprimidos al día. A estos niveles, el dolor y la inflamación pueden eliminarse, pero al mismo tiempo se agravan otras afecciones —úlceras, hemorragia gástrica. El mercado potencial es gigantesco, y crece a un ritmo de un millón al año sólo en América.)

El control de la administración de medicamento en el gotero por el propio paciente es otra nueva idea. El individuo que está experimentando dolor puede regular la llave del gotero, por ejemplo, a medida que necesita el analgésico. La observación general es que se consume menos analgésico mediante este método. En Cardiff, Gales del Sur, se ha permitido a un grupo de mujeres en el momento del parto que ajusten su dosis de meperidina apretando un botón. Posteriormente se dieron cuenta que su parto no fue más suave de lo normal, pero habían consumido menos cantidad de fármaco. Tal vez la velocidad

de la entrada del medicamento es más importante que su dosis. El Centro de Investigación Clínica, de Londres, ha mostrado que un gotero resulta más eficaz en el postoperatorio que diversas inyecciones. En el año 1979, un hospital de Sydney, Australia, informó de los resultados satisfactorios obtenidos con la administración intravenosa continua de infusiones de opiáceos en el postoperatorio; el método utilizado es barato, fiable, con escasa tendencia a la sobredosis, y con menos riesgo de provocar efectos colaterales. En la actualidad se favorecen más las combinaciones medicamentosas, como la administración conjunta de antidepresivos y analgésicos. También es verdad que un fármaco no logra sus efectos hasta que alcanza sus niveles terapéuticos de concentración. Como dijo el doctor Jon D. Levine, de San Francisco: «No importa la dosis de morfina que se administre a un paciente, son los últimos 5 mg los que logran poner en marcha el sistema de control del dolor del organismo.»

Otras formas modernas de tratamiento son: la inyección de alcohol en la fosa pituitaria (trabajo que se originó en Roma); la sección de un ganglio de las raíces dorsales en pacientes crónicos afectos de dorsalgia esencial intratable (no se trata de un método curativo sino paliativo); el bloqueo de un nervio, a diferencia de su sección, adormeciendo el área circundante; y administrando medicamentos por vía oral más que por vía inyectable, que provocan en ocasiones más dolor y aprensión. La morfina, utilizada frecuentemente para el tratamiento del dolor canceroso grave, puede incluso administrarse por vía oral. El Hospital de St. Joseph, de Londres, justamente conocido por su afectuoso cuidado a los moribundos, emitió un informe en el año 1977, acerca de los 400 últimos pacientes muertos en la institución, de los que solamente 160 tuvieron «necesidad de alguna inyección de algún tipo. La mayoría fueron capaces de tomar los medicamentos por vía oral cuatro horas antes de morir».

El problema insalvable del tratamiento del dolor es que solamente el paciente puede establecer su nivel de sufrimiento. Como dijo el doctor Levine: «Los médicos no disponen de bue-

nos instrumentos para analizar el dolor, por lo que no pueden tratarlo demasiado bien.» Los pacientes presentan diferentes lesiones, diferentes actitudes frente a su dolor, diferentes capacidades de descripción o queja, y, sin embargo, se les puede ofrecer a menudo el mismo tratamiento medio, estándar. Incluso existe un lenguaje especial. En un encuentro de la Sociedad de Neurociencias que tuvo lugar en Georgia, EE.UU., en 1980 se informó de que «sí, ahora me encuentro algo mejor» significa «me encuentro exactamente igual». Los pacientes, igual que los médicos, pueden equivocarse al crear un alivio para el dolor.

Miembros fantasmas. Descrito por primera vez en 1551 por el cirujano militar Ambrosio Paré, el famoso pionero que tuvo numerosas oportunidades de observación en los campos de batallas franceses, este dolor que proviene de un miembro que ha sido amputado sigue constituyendo un problema. Casi todos los que sufren la amputación de un brazo o una pierna se quejan de su presencia posterior, pero solamente un 5 % o menos se quejan y sufren dolor al cabo de un tiempo. Probablemente, el capitán Ahab fue uno de esos escasos pacientes, ya que el carpintero contaba como «un hombre desarbolado nunca pierde por completo la sensación de su viejo muñón, ya que de vez en cuando aún seguirá picándole».

La causa de este fenómeno se desconoce. El dolor no consiste tanto en un pinchazo como en una sensación de embotamiento y dolor, que a veces se convierte en una cuchillada o sensación de un disparo. Puede durar segundos o días, ser desencadenado por estimulación física o tensión psíquica, ser intermitente o persistente y transitorio o permanente. No se limita tampoco a los miembros, o mejor dicho a su ausencia. La escisión de una mama o de una porción de los genitales externos puede provocar un efecto similar: la parte extirpada aún parece existir, y puede estar dolorosamente ausente. (Para más información acerca de si es más probable que el lado derecho o el izquierdo provoquen dolor, véase el capítulo sobre Dominancia.)

El tratamiento del dolor del miembro fantasma es casi tan poco satisfactorio como el conocimiento de que sigue sin explicación su causa desencadenante. Algunos opinan que se trata de un quebrantamiento del sistema nervioso central; otros que se trata de un fenómeno completamente psicológico; pero de momento, no existe un tratamiento. De todas formas, no hay quien detenga las afirmaciones de éxito, y entre los procedimientos supuestamente más beneficiosos se incluyen la implantación de electrodos, la hipnosis, diversas intervenciones quirúrgicas cerebrales, psicoterapia, golpear el muñón; seccionar diversos nervios, inyectar anestésico lo más cerca posible de la parte afectada, y la administración de diversos fármacos. Los analgésicos, administrados normalmente para eliminar el dolor, no suelen ser eficaces, probablemente debido a que no se trata de un dolor normal. A pesar de su ineficacia, estos fármacos pueden provocar una adicción por lo que «deben evitarse» según un estudio publicado en *British Medical Journal* en el mes de diciembre de 1978.

El dolor del miembro fantasma no es el mismo que se experimenta en el muñón, aunque ambos pueden coexistir. El dolor del muñón es auténtico (si es que esta palabra tiene un significado), y se estimula localmente. El dolor del miembro fantasma, tanto si su origen es psicológico, como si se induce en el sistema nervioso central, constituye un problema más general. Una inyección de suero fisiológico puede desencadenarlo, así como el pellizcamiento de la piel en determinados puntos del cuerpo (y en los mismos puntos en el lado opuesto). De aquí la opinión de que algunas formas de contra-irritación pueden resultar eficaces y romper el círculo del dolor, como la implantación de electrodos en los lugares adecuados.

El convencer a los demás de que se sufre un dolor intratable siempre es un problema, especialmente si ya se ha administrado analgésico fuerte. Convencer a los demás de que se sufre dolor en un miembro, en una mama o en una zona genital fantasma es doblemente problemático, especialmente si las formas comunes de analgésicos fuertes tampoco han logrado ningún resultado.

Encefalinas y endorfinas. Encéfalo es un término utilizado para denominar el cerebro completo. No obstante, una encefalina, que significa literalmente «en el interior del cerebro», es un término novísimo, acuñado en la década de 1970. Identifica una molécula hallada en el cerebro que presenta una notable semejanza con la morfina. En realidad, se hallaron dos nuevas moléculas: la metencefalina y la leuencefalina. Aunque se las consideró rápidamente como opiáceos naturales, ambas son químicamente diferentes de la morfina. Se trata de péptidos o secuencias de aminoácidos que forman parte de una proteína. (La morfina es un alcaloide y contiene su nitrógeno como parte de un anillo.) La razón por la que su descubrimiento resultó tan atractivo presenta tres aspectos: podían contestar la vieja pregunta de por qué la morfina ejerce tal efecto sobre el cerebro; demostraron que el cerebro produce sus propios opiáceos; y finalmente, sugirieron la posibilidad de obtener el más poderoso analgésico estimulando el sistema analgésico natural del cerebro.

Estos dos primeros opiáceos endógenos fueron descubiertos en el año 1975 por dos investigadores de Aberdeen, John Hughes y Hans Kosterlitz. El interés que despertaron estimuló la investigación por esta vía, y muy pronto se descubrieron otros productos químicos que incluso poseían una potencia analgésica superior. La forma extendida de la metencefalina, la betaendorfina, es mucho más potente. Igualmente, la extensión de la leuencefalina, conocida como la dinorfina. Lo que parece ocurrir es que estas sustancias permiten (o inducen) que el cerebro controle su propio umbral para el dolor. Todo está imbricado: los opiáceos modifican las aminos cerebrales, las aminos cerebrales modifican el ánimo, por lo que la apreciación del dolor es inevitablemente alterada. Visto de otra manera, este sistema ya se había sospechado hacía tiempo: el soldado no se da cuenta de su herida en el calor de la batalla. Incluso puede estar contento porque puede permitirle una retirada honrosa del campo de batalla. De modo semejante, la percepción muy irregular del dolor ha llevado a mucha gente a sospechar que existe algún sistema amortiguador: un pinchazo de alfiler puede ser

dolorosísimo, y en cambio una herida diez mil veces más traumática puede no proporcionar un nivel proporcional de dolor. Por ello, está muy claro que el poder de la morfina (derivada de una planta) queda explicado satisfactoriamente y, mediante este descubrimiento, puede explicar cómo se modula el propio dolor.

El estudio se inició verdaderamente en el año 1973, cuando un equipo de la Facultad de Medicina Johns Hopkins, de Baltimore, demostró la existencia de puntos especiales de identificación en el cerebro para compuestos morfínicos. La investigación se enfocó hacia estos compuestos endógenos —el cerebro no había preparado sus receptores para el día en que la humanidad aprendiera cómo extraer los opiáceos de las plantas— y los investigadores de Aberdeen fueron los primeros que proporcionaron una respuesta. El trabajo y la investigación se han desplazado en la actualidad hacia la cuestión de cómo puede utilizarse este nuevo mecanismo. ¿Puede resultar una ayuda clínica en el control del dolor? ¿Explica los curiosos méritos de la acupuntura? ¿Resulta importante que el cuerpo se autoadministre opiáceos contra la tensión, la dependencia medicamentosa, la tolerancia?

Por desgracia —para simplificar— las investigaciones actuales están sencillamente eliminando en gran parte la sencillez que parecía existir antes. En primer lugar, ahora se sabe de la existencia de diferentes tipos de puntos receptores. En segundo lugar, la morfina (obtenida de una planta) y las encefalinas (endógenas, autofabricadas) no parecen actuar por el mismo mecanismo, como se creyó originalmente. En tercer lugar, la inevitable búsqueda de un compuesto semejante a la morfina que no sea inductor de toxicomanía parece estar lejos de su objetivo. En cuarto lugar, cuando se determinan betaendorfinas en pacientes afectos de dolor severo, sus niveles son muy bajos; no existe una relación fácil entre el grado de dolor y el nivel del analgésico natural. Y en quinto lugar (aunque la lista es más larga y al parecer interminable), la naloxona no parece resultar eficaz. Este fármaco es un antagonista específico de los opiáceos, y por ello, debiera contrarrestar las propiedades analgési-

cas de las endorfinas. Se han llevado a cabo una gran variedad de experiencias, mediante diversas técnicas, todas ellas destinadas a provocar analgesia (de algún tipo), como hipnosis, placebos, anestesia con óxido nitroso (gas hilarante), acupuntura e incluso la cama de clavos de los faquires. Se ha demostrado que la naloxona a la vez potencia el efecto, lo disminuye y puede también carecer de efecto alguno. Como escribió A. Goldstein acerca del tema «Una Revista Crítica», el efecto de la naloxona sobre el dolor «ha sido negativo, ambiguo, o conflictivo, e incluso los resultados positivos han sido menos que espectaculares».

La acupuntura ha sido estudiada con especial interés, en la esperanza de que este antiguo arte pudiera ser explicado por algún conocimiento moderno. Así ocurrió con los opiáceos sintetizados por el hombre (que también se fabrican los animales, habiéndose incluso descubierto en la lombriz de tierra y en otras formas superiores) que lograron un conocimiento por todo el mundo, precisamente cuando los cirujanos chinos mostraron al mundo que las operaciones a corazón abierto podían llevarse a cabo sin más anestesia que la provocada por la rotación de unas pocas agujas. Se aceptó inmediatamente que la acupuntura liberaba opiáceos naturales endógenos. Se supuso que los pacientes se habían simplemente autoanestesiado con sus propias endorfinas.

Esto, en cuanto al pensamiento teórico. Los hechos eran bastante diferentes. Como se escribió en un artículo sobre la «Biología de los Péptidos Opiáceos», los compuestos de este tipo parecían «provocar euforia, no solamente en los animales de experimentación, sino también indirectamente en los propios investigadores». También se supo que la utilización de la acupuntura como método anestésico para cirugía no se había conocido hasta la China de Mao, lo que hizo sospechar que las formas tradicionales y específicas de la medicina china se estaban manipulando deshonestamente con fines políticos. Incluso así, solamente se aplicó la acupuntura quirúrgica a un 10 % de pacientes, y éstos eran cuidadosamente seleccionados. Además, se les aplicaba anestesia complementaria (median-

diante otras formas), y a pesar de eso, solamente una tercera parte de ellos lograban una anestesia satisfactoria, por lo menos según el artículo escrito por T. M. Murphy y J. J. Bonica. (Este último apellido no corresponde a un investigador pasajero en este campo, sino al hombre que más crédito ha ganado en el establecimiento de clínicas del dolor, que ha aportado el más claro enfoque al alivio del dolor e incluso a la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor.)

En una revisión aparecida en *The Lancet*, en la que se globaban las excelencias de la acupuntura, y titulada «Las endorfinas a través del ojo de una aguja», no solamente se encuentra un grado anómalo de ligereza, sino una condena general del enfoque maoísta. En el mismo se establece que esta «anestesia» fue desapareciendo rápidamente después de la caída del Grupo de los Cuatro. Incluso dos profesores chinos denunciaron la acupuntura quirúrgica como «un mito y una mistificación política» en un periódico de Shangai. *The Lancet* añadió que «por lo menos una docena de estudios han demostrado que los puntos tradicionales meridianos del Yin-Yang no resultan esenciales», que el alivio del dolor logrado por la acupuntura «no difiere del correspondiente a los grupos tratados con placebo» y que incluso «las agujas, son de hecho inútiles». En la acupuntura tradicional, la «monótona tarea» de hacer girar manualmente las agujas puede ser sustituida haciendo pasar impulsos eléctricos a través de ellas, pero entonces surge la inutilidad de las agujas, ya que «la estimulación mediante electrodos de superficie resulta más eficaz». Al afirmar que «la acupuntura no ha cumplido las esperanzas», *The Lancet* admitía no obstante que «había contribuido a aumentar nuestros conocimientos en el control del dolor». Su reciente descubrimiento «ha servido tanto para satisfacer un interés por los elementos orientales y místicos, como para promover la investigación en el campo de la fisiología y el control del dolor en general, y sobre la analgesia de estimulación en particular».

En cuanto a las endorfinas y encefalinas, la investigación sobre ellas está avanzando a pasos lentos. En el cerebro se han hallado otros péptidos opiáceos. El procesado del dolor es so-

lamente una parte de la historia, y tal vez la menos importante. La gente presenta también niveles muy variables de opiáceos endógenos, lo que puede explicar por qué las respuestas son tan diferentes y los experimentos tan confusos. Incluso se ha considerado con renovado interés el efecto placebo. Esta disminución del dolor sin ninguna causa aparente, puede ser el resultado de los opiáceos autoliberados. Se ha obtenido algún tipo de prueba por la forma en que la naloxona, el antagonista de los opiáceos, puede provocar dolor en algún paciente que acaba de encontrar un alivio con la administración de placebo. Se ha demostrado que la placenta humana contiene concentraciones extraordinariamente elevadas de endorfinas, lo que la coloca en una situación privilegiada, que sugiere un papel en la supresión de dolor del parto. Aunque los opiáceos derivados de las plantas suelen provocar toxicomanía, no existe por el momento una explicación válida acerca de la ausencia de toxicomanía con los opiáceos endógenos. Lo que cada vez resulta más claro, a través de los numerosos trabajos que se publican acerca del tema, es que los opiáceos endógenos no son elementos independientes, que desempeñan un papel preciso y bien definido. Forman parte del sistema, localizados por todos lados, ligados a aspectos endocrinológicos, asociados al comportamiento, con influencia en el funcionamiento mental, críticos en el control del dolor, de gran importancia en el sexo (por el que las endorfinas aumentan espectacularmente) y que constituyen una rama más de la química humana. El hecho más desconcertante es que este aspecto crucial de la neurología solamente haya salido a la superficie en la última década. Parece lógico preguntarse ¿qué otro hecho de la misma importancia, nos espera en el futuro?

EX LIBRIS Scan Digit



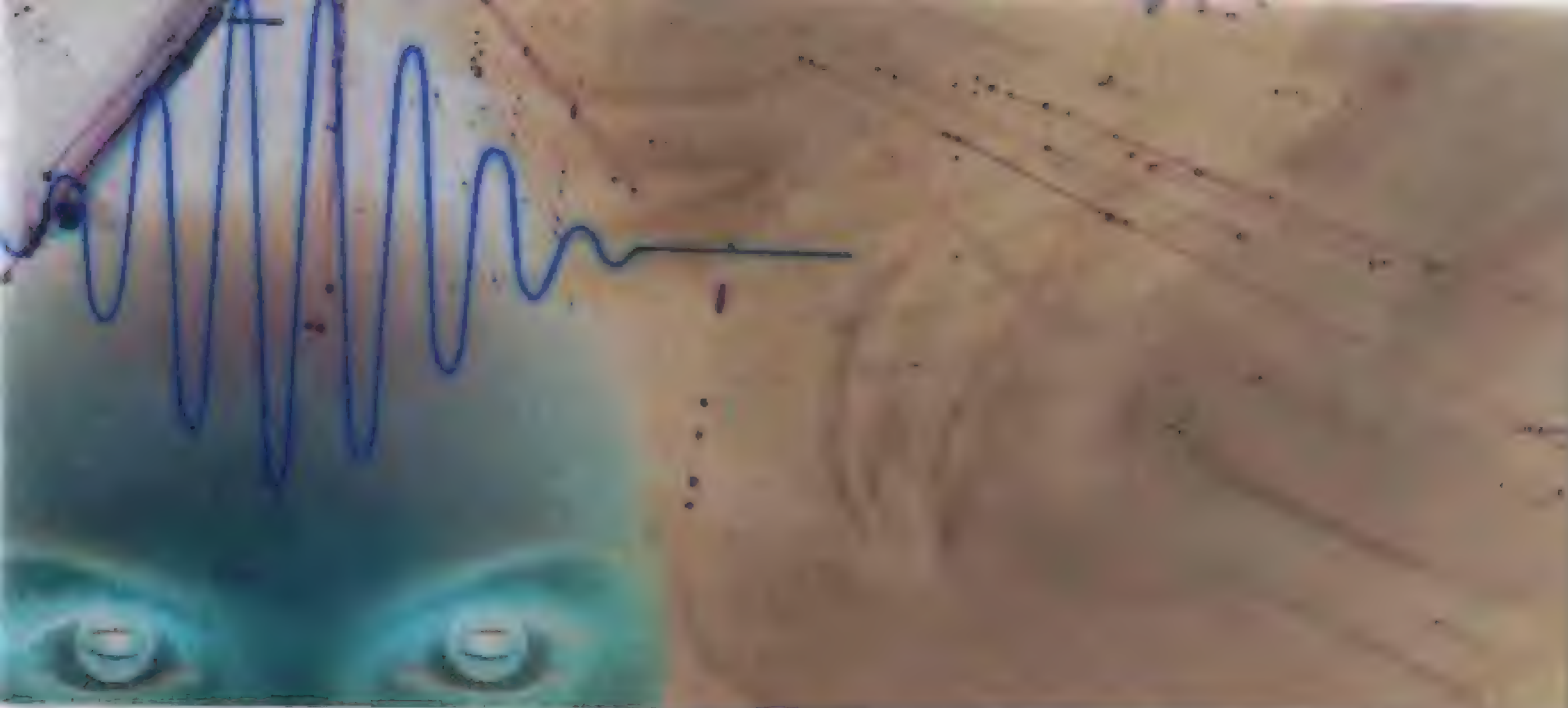
The Doctor

Libros, Revistas, Intereses:
<http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/>

BIBLIOTECA CIENTÍFICA SALVAT

1. **Stephen Hawking.** *Una vida para la ciencia.* Michael White y John Gribbin
2. **La verdadera historia de los dinosaurios.** Alan Charig
3. **La explosión demográfica.** *El principal problema ecológico.* Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich
4. **El monstruo subatómico.** *Una exploración de los misterios del Universo.* Isaac Asimov
5. **El gen egoísta.** *Las bases biológicas de nuestra conducta.* Richard Dawkins
6. **La evolución de la física.** Albert Einstein y Leopold Infeld
7. **El secreto del Universo.** *Y otros ensayos científicos.* Isaac Asimov
8. **Qué es la vida.** Joël de Rosnay
9. **Los tres primeros minutos del Universo.** Steven Weinberg
10. **Dormir y soñar.** *La mitad nocturna de nuestras vidas.* Dieter E. Zimmer
11. **El hombre mecánico.** *El futuro de la robótica y la inteligencia humana.* Hans Moravec
12. **La superconductividad.** *Historia y leyendas.* Sven Ortoli y Jean Klein
13. **Introducción a la ecología.** *De la biosfera a la antroposfera.* Josep Peñuelas
14. **Miscelánea matemática.** Martin Gardner
15. **El Universo desbocado.** *Del Big Bang a la catástrofe final.* Paul Davies
16. **Biotechnología.** *Una nueva revolución industrial.* Steve Prentis
17. **El telar mágico.** *El cerebro humano y la computadora.* Robert Jastrow
18. **A través de la ventana.** *Treinta años estudiando a los chimpancés.* Jane Goodall
19. **Einstein.** Banesh Hoffmann
20. **La doble hélice.** *Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN.* James Watson
21. **Cien mil millones de soles.** *Estructura y evolución de las estrellas.* Rudolf Kippenhahn
22. **El planeta viviente.** *La adaptación de las especies a su medio.* David Attenborough
23. **Evolución humana.** Roger Lewin
24. **El divorcio entre las gaviotas.** *Lo que nos enseña el comportamiento de los animales.* William Jordan
25. **Lorenz.** Alec Nisbett
26. **Mensajeros del paraíso.** *Las endorfinas, drogas naturales del cerebro.* Charles F. Levinthal
27. **El Sol brilla luminoso.** Isaac Asimov
28. **Ecología humana.** *La posición del hombre en la naturaleza.* Bernard Campbell
29. **Sol, lunas y planetas.** Erhard Keppler
30. **Los secretos de una casa.** *El mundo oculto del hogar.* David Bodanis
31. **La cuarta dimensión.** *Hacia una geometría más real.* Rudy Rucker
32. **El segundo planeta.** *El problema del aumento de la población mundial.* U. Colombo y G. Turani
33. **La mente (I).** Anthony Smith
34. **La mente (II).** Anthony Smith





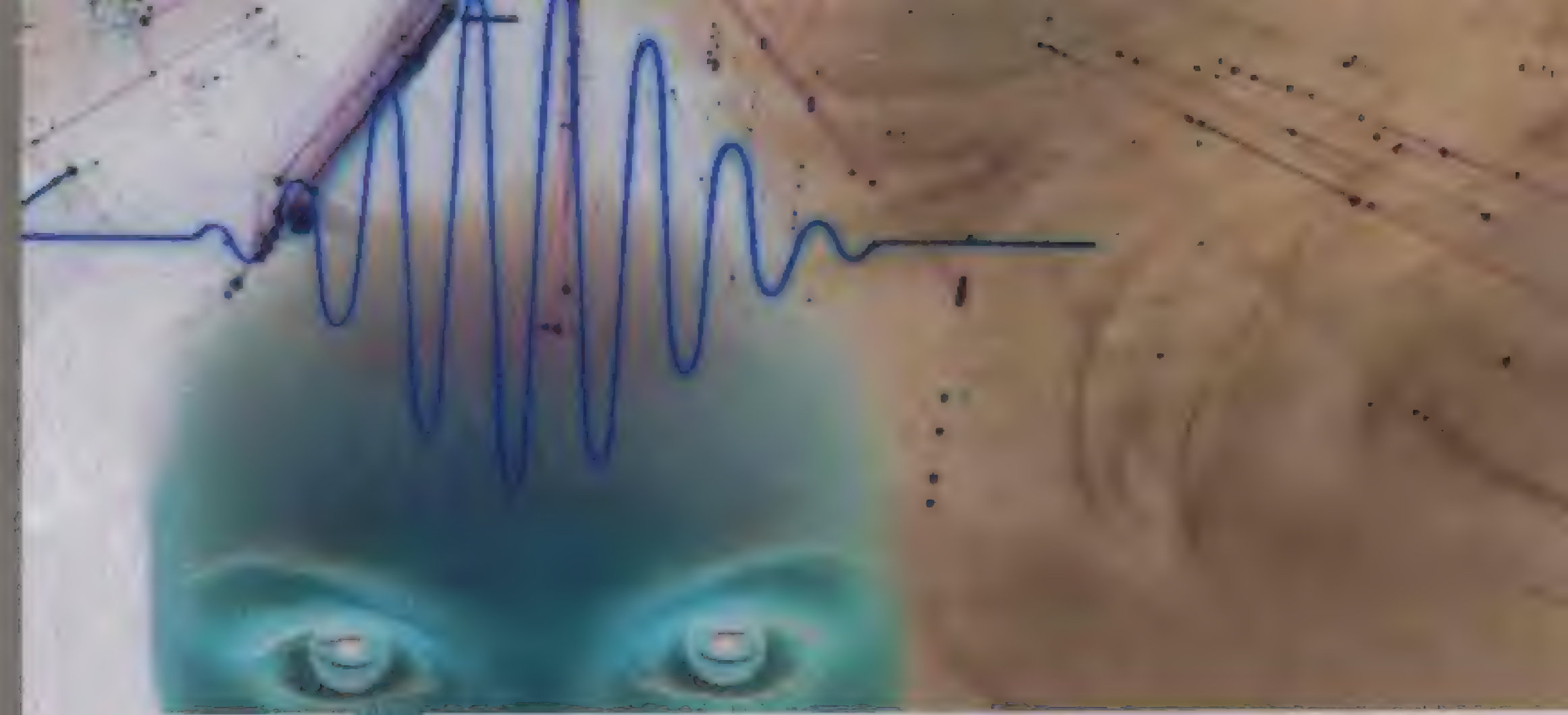
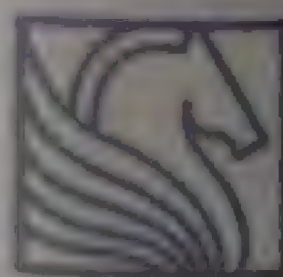
Acerca del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Hern, *The Bookman*).

Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.

La mente (I) A. Smith

33



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat



Acerca del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Hern, *The Bookman*).

Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.

La mente (I) A. Smith

33



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat



Acerca del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Hern, *The Bookman*).

Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.

La mente (I) A. Smith

33



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat



La mente (I)

Acercas del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Fern, *The Bookman*).

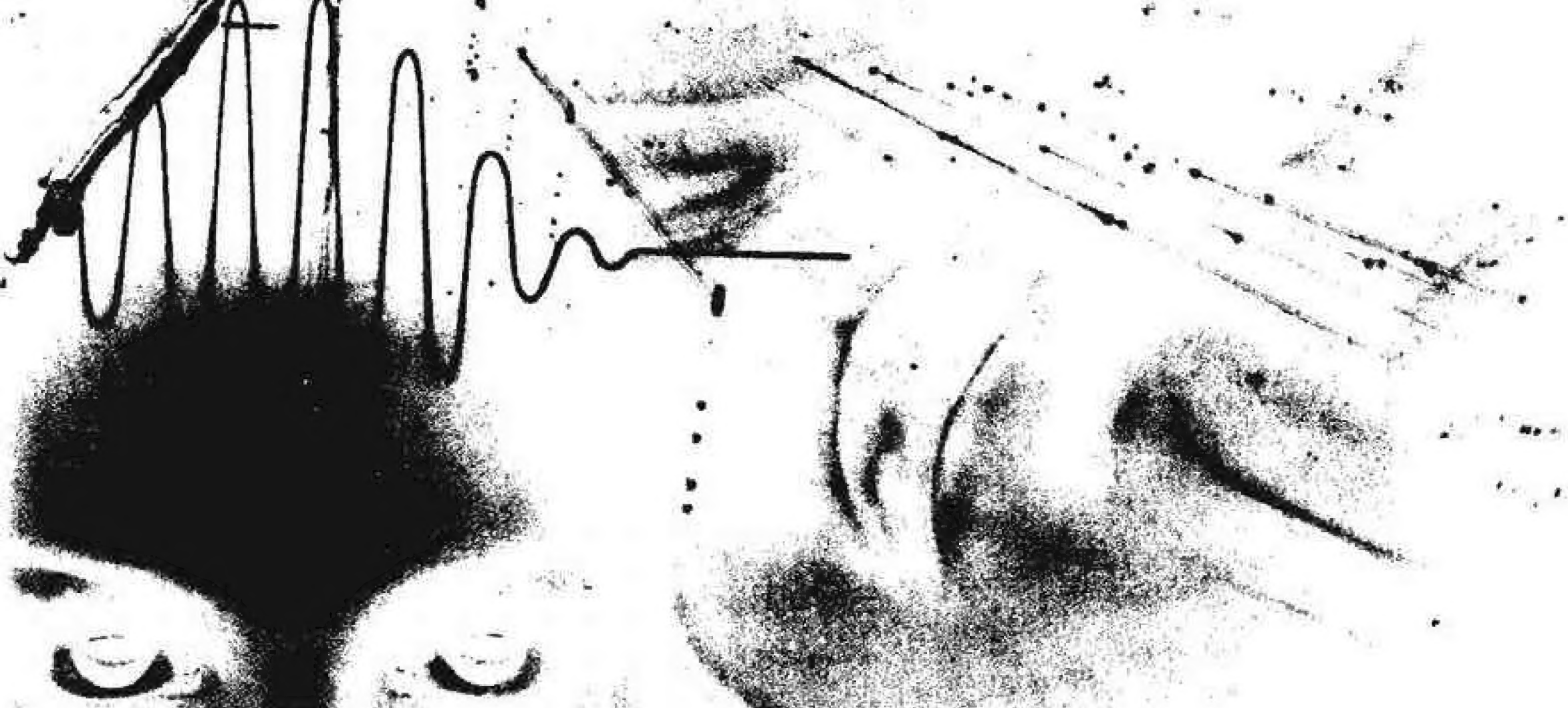
Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat



La mente (I)

Acercas del cerebro se ha dicho desde que es como una computadora hasta que sólo utilizamos una ínfima parte de él. El autor nos aproxima en este libro a la mente humana, permitiéndonos conocer los datos más recientes y analizar los procesos que experimenta el cerebro a lo largo de la vida. El primer volumen de los dos que componen esta obra trata con profundidad y rigor los aspectos fundamentales del cerebro: su desarrollo, la anatomía, la fisiología... en definitiva, narra la pequeña historia de ese gran órgano que rige los destinos de nuestra vida.

"Es éste un libro de un alcance extraordinario. Tiene ese admirable don de estimular al lector a medida que se van revelando nuevos detalles sobre el hombre." (Anthony Fern, *The Bookman*).

Anthony Smith se licenció en zoología en la Universidad de Oxford. Fue durante unos años corresponsal científico del *Daily Telegraph*. Colaboró con la BBC presentando programas científicos en la Natural History Unit.



La mente (I)

Anthony Smith

Biblioteca
Científica
Salvat